

MESG
MESTRADO EM ENGENHARIA
DE SERVIÇOS E GESTÃO

Análise e Melhoria do Processo de Planeamento de Produção

Nuno Manuel Loureiro Busse Ribeiro da Fonseca

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Alcibíades Guedes

Orientador na Amorim Revestimentos, S.A.: Engenheira Emília Moreira



2019-06-25

À minha família

Resumo

Com a evolução da complexidade, dimensão e rapidez com que se desenvolvem os negócios de hoje em dia, é crucial que uma organização se mantenha em constante inovação através da melhoria contínua e diferenciação nas suas atividades.

Este projeto tem como principal objetivo verificar qual o melhor processo de planeamento de produção a implementar numa empresa que oferece soluções de revestimento em cortiça, dadas as diferentes restrições e características do negócio.

O planeamento de produção torna-se crítico dada a variedade e complexidade dos produtos que oferece e do contexto atual da empresa. O planeamento sofreu uma alteração recente no seu processo, o que tem originado um maior desconhecimento e incerteza na sua operação.

Os métodos Descritivos e de Caso de Estudo são essenciais para esta investigação pelas características únicas do projeto e a necessidade de verificar e retratar a situação atual da empresa.

Esta investigação assenta na observação e identificação do processo atual, da análise e melhoria do modelo e ferramenta utilizados e na verificação e avaliação dos resultados da situação melhorada.

O mapeamento dos processos é realizado para que o levantamento da situação atual seja feito de forma mais eficiente, para uma melhor perceção das atividades sem valor e de possíveis melhorias.

A melhoria do processo pretende otimizar a utilização dos recursos, aumentar a produtividade e, consequentemente, reduzir o tempo despendido na realização do mesmo. Para isso, são implementados novos processos e ferramentas que automatizam as tarefas e criam um maior retorno nos recursos utilizados.

Os resultados da situação melhorada, obtidos através de um novo mapeamento e observação da sua utilização, verificam-se tanto a nível da redução do tempo despendido no planeamento, na diminuição da falha humana e numa maior criação de valor ao longo de todo este processo.

Abstract

With the evolution of the complexity, dimension and speed of business development nowadays, it's crucial for an organization to maintain in constant innovation through continuous improvement and differentiation in its activities.

This project's main objective is to verify what the best production planning process to implement in an enterprise that offers cork coating solution is, given the different restrictions and business characteristics.

Production planning becomes critic due to the variety and complexity of products that the company offers and its present context. The planning has suffered a recent big change in the process, which has caused uncertainty and unawareness throughout its operation.

Descriptive and Case Study methodologies are essential to this investigation because of its unique characteristics and the necessity to verify and depict the current situation of the company.

The investigation lays on the observation and identification of the current process, on the analysis and improvement of the used framework and tools as well as on the verification and evaluation of the improved situation results.

Process Mapping is carried out for the present situation survey to be more accurate and for a better perception of non-value activities and possible improvements.

Process improvement intends to optimize resources, enhance productivity and, therefore, reduce its time-span. To accomplish this, new processes and tools are implemented to automatize the different tasks and create greater resource returns.

The results of the improved solution, obtained through a new mapping and observation of its utilization, turn out in a reduced time in planning activity as well in human error failure and in a bigger value creation along all its process.

Agradecimentos

À Amorim Revestimentos pela oportunidade e partilha de uma experiência única que levo comigo.

Em especial à Engenheira Emília pelo apoio e simpatia ao longo do estágio e ao Sr. Araújo pela ajuda, compreensão e amizade que me proporcionou durante este projeto.

Ao professor Alcibíades Guedes por toda a orientação e conhecimento.

À minha família e amigos por estarem presentes em todos os momentos.

Índice de Conteúdos

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contexto do Projeto	1
1.2	Descrição do Problema.....	2
1.3	Objetivos do Projeto e metodologia	3
1.4	Estrutura do Relatório	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1	Processos Logísticos e de Cadeia de Abastecimento	5
2.2	O planeamento na Cadeia de Abastecimento e Produção.....	7
2.3	A Evolução do Planeamento de Produção	10
2.4	Planeamento de Necessidades de Materiais (MRP).....	13
3	CASO DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	17
3.1	Estratégia da AR	17
4	METODOLOGIA	23
4.1	Comparação entre abordagens	23
4.2	Métodos usados no Projeto	24
4.3	Conceção e métodos aplicados.....	25
5	LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL, IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	27
5.1	Planeamento de Semi-Acabados.....	27
5.1.1	Situação inicial	27
5.1.2	Situação melhorada	32
5.2	Planeamento de Bases	36
5.2.1	Situação Inicial	36
5.2.2	Situação Melhorada.....	38
5.3	Planeamento de Decorativos	39
5.3.1	Situação Inicial	39
5.3.2	Situação Melhorada.....	41
5.4	Simulador de Capacidades	42
5.5	Discussão dos resultados.....	43
5.6	Recomendações	44
6	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	46
	Referências	47
	ANEXO A: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE SA	49
	ANEXO B: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE BASES	50
	ANEXO C: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE DECORATIVOS	51
	ANEXO D: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO MELHORADA DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE BASES.....	52
	ANEXO E: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO MELHORADA DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE DECORATIVOS....	53
	ANEXO F: MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO MELHORADA DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE SA	54

Lista de Figuras

Figura 1 - Unidades de Negócio do Grupo Amorim	1
Figura 2 - Unidades fabris da AR.....	2
Figura 3 - Categorias de Notação por (Fonte: Chinosi & Trombetta (2012))	6
Figura 4 - Matriz da GCA (Fonte: Sung (2009)).....	8
Figura 5 - Matriz de fornecedores de APS (Fonte: Gartner (2018))	10
Figura 6 - Cadeia de Fluxo de Valor da AR	18
Figura 7 - Composição de um artigo da AR.....	19
Figura 8 – Querie com cálculo do SP	29
Figura 9 – Características de um artigo no Baan.....	29
Figura 10 - Estrutura de Materias no Baan.....	30
Figura 11 - Quantidades e Movimentos Planeados de um Decorativo no Baan	30
Figura 12 - Registo de OF no Baan	31
Figura 13 - Capacidade da máquina no Baan	31
Figura 14 - Ficheiro-mãe do planeamento de SA.....	34
Figura 15 - Função VLOOKUP no ficheiro-mãe	34
Figura 16 - Tabela Dinâmica para os CM	35
Figura 17 - Cálculo do CA	36
Figura 18 - Cálculo do CE.....	36
Figura 19 - SF de artigo no Baan.....	37
Figura 20 - Consumos Mensais de artigo no Baan.....	37
Figura 21 - Ficheiro-mãe do planeamento de Bases.....	39
Figura 22 - MRP com as necessidades de Decorativos	40
Figura 23 - Características físicas de Decorativo	40
Figura 24 - Plano geral da produção de Decorativos.....	40
Figura 25 - Ficheiro-mãe do planeamento de Decorativos.....	41
Figura 26 - Cálculo da produção em m2 de Decorativos	41
Figura 27 - Produção por tipo de artigo numa máquina (Corte Final 1)	42
Figura 28 - Percentagem de Ocupação da máquina	43

Lista de Siglas e Abreviaturas

APS – *Advanced Planning Schedule*
AR – Amorim Revestimentos
CA – Cobertura Atual
CE – Cobertura Efetiva
CM – Consumo Médio
DRP – *Distribution Resource Planning*
ERP – *Enterprise Resource Planning*
GCA – Gestão da Cadeia de Abastecimento
MIP – *Mixed Integer Programming*
MP – Matéria-prima
MPS – *Master Planning Schedule*
MRP – *Materials Requirements Planning*
MTO – *Make to Order*
MTS – *Make to Stock*
OF – Ordem de Fabrico
P Plan – Produção Planeada
P Prev – Produção Prevista
PA – Produto Acabado
SA – Semi-acabado
SE – *Stock Efetivo*
SeF – *Stock em Falta*
SF – *Stock Físico*
SM – *Stock Máximo*
SP – *Stock Previsto*
SR – *Stock Reservado*

1. Introdução

Numa altura de globalização e de um crescimento cada vez mais rápido e complexo das indústrias e serviços, e consequentemente das empresas que nelas operam, é necessário uma grande adaptação e flexibilidade nos processos e recursos usados pelas organizações. Para tal, é necessário uma análise e melhoria contínuas, de forma eficaz e eficiente, para que se mantenha e aumente a vantagem competitiva no mercado.

No âmbito da dissertação do Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão, surge o projeto que aborda a análise e melhoria do processo de planeamento de produção da Amorim Revestimentos (AR).

Neste capítulo, serão apresentados um enquadramento sobre o contexto onde será realizado o projeto, os objetivos do mesmo, a descrição do problema e, por último, a estrutura da presente dissertação.

1.1 Contexto do Projeto

A AR é uma das empresas pertencente à *holding* Corticeira Amorim, SGPS, S.A., fundada a 1963, após mais de 90 anos de dedicação à indústria de produção de rolhas, durante as primeiras três gerações da família Amorim. Atualmente, a sociedade vende mais de 5,5 mil milhões de rolhas por ano. O Grupo Amorim, que atua internacionalmente e em diferentes áreas económicas de negócio, mantém o seu foco na indústria da cortiça tendo-se diversificado horizontalmente, naquilo que são as diferentes transformações da cortiça. Estando cotada em bolsa desde 1988 e investindo 7,5 milhões de euros em Investigação e Desenvolvimento por ano, a Corticeira Amorim detém, neste momento, cinco unidades de negócio diversas no que toca à área da cortiça constituídas por mais de 4.000 colaboradores, desde o tratamento para matéria-prima (MP) à transformação da mesma para fins de isolamento. As cinco unidades são apresentadas na Figura 1.



Figura 1 - Unidades de Negócio do Grupo Amorim

Com um volume de negócios de 763 milhões de euros, a Corticeira Amorim detém, por todo o mundo, cerca de 52 unidades de distribuição, 32 unidades industriais e 10 *joint ventures*. Relativamente à AR, como o próprio nome e missão indicam, o objetivo é oferecer o bem-estar aos seus clientes, através de soluções de pavimentos e revestimentos de cortiça, inovadores e sustentáveis, para parede. De olhos postos no futuro, visa ser o líder mundial em soluções

sustentáveis de pavimento, utilizando a cortiça como meio de criar valor para os diferentes *stakeholders*.

A AR divide-se em 2 unidades fabris, que se estendem por cerca de 200.000 m² de fábrica: a unidade de Oleiros e a unidade de Lourosa, responsáveis pela produção de diferentes produtos, como apresentado na Figura 2, sendo a última também responsável pela produção de semi-acabados (SA) para determinados produtos finais (estes produzidos em Oleiros).



Oleiros – Fábrica de Pisos Flutuantes



Lourosa – Fábrica de Pisos colados e revestimentos de parede

Figura 2 - Unidades fabris da AR

Com uma capacidade de produção de 10 milhões de m² anuais a AR, tal como o Grupo, possui uma presença em mais de 80 países com diferentes unidades de distribuição, *joint ventures* e mercados diretos. O impacto internacional que a empresa tem impõe, no âmbito do negócio, uma maior dinâmica no domínio de novas soluções, quer ao nível visual, quer em termos de qualidade e seleção dos materiais certos, respondendo, assim, de forma eficaz à evolução e diferenciação, cada vez mais rápidas, dos desejos e tendências provenientes dos mais diversos mercados, que se distinguem pela sua cultura, normas e valores.

As características da cortiça conferem benefícios únicos aos diferentes revestimentos, nomeadamente, um maior isolamento térmico e sonoro, maior resistência na absorção do impacto, maior conforto ao caminhar e melhor qualidade do ar em espaços interiores revestidos por estes produtos.

Apesar destes fatores diferenciadores, que distinguem a AR dos demais fornecedores de revestimentos, ainda subsiste a preocupação, inerente a todo o grupo, de criar soluções sustentáveis e amigas do ambiente.

1.2 Descrição do Problema

Todos estes fatores levam a que haja uma grande necessidade de adaptação, inovação e, acima de tudo, diversificação dos produtos apresentados no leque de oferta da AR. Existe, assim, uma grande complexidade em toda a cadeia de abastecimento, uma vez que esta controla o processo desde a compra de MP à venda ao cliente direto e, como tal, também a produção e o seu planeamento necessitam de um grande investimento em termos de esforço e recursos, de forma a criar valor e lidar com todas as dificuldades e variáveis inerentes ao negócio.

O projeto surge com a reestruturação dos departamentos de Operações e Logística da AR. Há um ano atrás, a função de planeamento encontrava-se nas mãos do departamento de Operações

e era realizada por quatro elementos, os quais faziam o planeamento das necessidades e o seu sequenciamento na produção para cada secção. Neste momento, o planeamento é realizado por duas pessoas apenas, sem a função de sequenciar. No entanto, almeja-se o objetivo de vir a ser apenas uma pessoa a fazê-lo.

Assim, é necessário que haja uma análise e melhoria do planeamento de produção, de forma a melhorar um processo recente, e que, por isso, ainda não está maduro, mas cuja eficiência se pretende aumentar.

1.3 Objetivos do Projeto e metodologia

Este trabalho tem como objetivos a identificação dos processos de planeamento de produção existentes assim como as suas possíveis melhorias dadas as características e situação da empresa. Seguido de uma verificação e quantificação dos resultados após a implementação de diferentes medidas.

Para tal, e em termos de abordagem, foram definidas as seguintes fases:

1. Observação, identificação e levantamento do processo atual;
2. Análise e melhoria do modelo e ferramenta usados no planeamento de produção;
3. Verificação e análise de resultados da situação melhorada.

1.4 Estrutura do Relatório

Neste capítulo, foi apresentado o contexto do projeto e os seus objetivos assim como a descrição do problema.

No capítulo seguinte, é realizada uma revisão de literatura sobre os temas relativos a esta dissertação, que têm como objetivo sustentar todo o desenvolvimento deste projeto.

O terceiro capítulo conta com uma contextualização e descrição exaustiva sobre aquela que é a situação atual da empresa e o seu problema.

No quarto capítulo, são exploradas diferentes metodologias e os seus benefícios e diferenças. Seguidamente, é apresentado um plano sobre a metodologia adotada na execução do projeto.

Para o quinto capítulo ficou reservada a análise do processo de planeamento de produção, bem como a sua melhoria, em que são feitos o levantamento e a descrição da situação atual. Ato contínuo, é realizada uma análise dessa mesma situação com vista a uma melhoria. Depois, são apresentados os resultados da situação melhorada. Por fim, são exploradas sugestões de melhorias e desenvolvimentos futuros.

No sexto capítulo, são apresentadas as conclusões retiradas no desenvolvimento deste projeto.

2 Revisão de literatura

2.1 Processos Logísticos e de Cadeia de Abastecimento

Ao longo dos últimos tempos, a Logística tem aumentado a sua importância no âmbito do seu papel estratégico nas organizações que lutam para acompanhar as rápidas e cada vez maiores mudanças nos mercados atuais e nas diferentes integrações das cadeias de abastecimento. Tradicionalmente, a Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) e Logística eram delegadas, para as decisões de nível mais operacional, a departamentos como Compras e Distribuição.

Nos dias de hoje, estas estão a evoluir devido a fatores externos como alianças estratégicas, mudanças tecnológicas, velocidade dos ciclos de resposta e o aumento cada vez maior da competitividade dos mercados (Meade, 1998).

Mudanças nos fatores internos, como a implementação de sistemas de apoio à decisão e a integração de sistemas de informação, fizeram com que houvesse um aumento do impacto da Logística em áreas funcionais como a Produção e não apenas nas áreas tipicamente de suporte (LaLonde & Mason, 1985).

Logística é essencialmente uma orientação para o planeamento que tem como objetivo criar um o melhor fluxo para os diferentes produtos e informações de uma organização. Já a GCA tem a finalidade de conseguir uma ligação e coordenação dos diferentes processos com outras entidades, como os fornecedores e clientes, mas também dentro da própria organização. Assim sendo, uma das possíveis definições será a de Gestão das relações adjacentes e subjacentes aos fornecedores e clientes com o objetivo de aumentar o valor acrescentado a um menor custo possível (Christopher, 2011).

Segundo Harmon (2014), para que esta cadeia de valor seja realmente valorizada e se distinga perante outras empresas, necessita que todas as suas integrantes estejam interligadas e trabalhem como um todo, sistémico, tanto na forma de trabalho, como no uso dos mesmos dados e informações, com um objetivo comum, para que se consigam apoiar mutuamente. Para que tal aconteça, este autor defende que o primeiro passo deve ser o do mapeamento de todas as atividades e processos nos diferentes momentos da cadeia. Assim, estes são medidos e analisados, podendo haver uma uniformização dos métodos e formas de trabalho e uma possível normalização dos processos gerais. Esta standardização é essencial, porque a maior parte dos processos são interdependentes dos diferentes departamentos e, além disso, é possível que qualquer colaborador consiga, mais facilmente, perceber a função de outras áreas além da sua, e que novos colaboradores consigam aprender mais rapidamente qualquer função cujos processos estejam normalizados e mapeados.

Soliman (1998) refere que é possível reduzir os custos das diferentes atividades e recursos usados em determinados processos com a reengenharia dos mesmos, ou seja, através do seu mapeamento e identificação das etapas que não acrescentam valor nem afetam a produtividade, e, também, através da introdução de novas medidas que possam fazer exatamente o contrário.

Aguilar-Savén (2004) define que um processo é um conjunto de atividades que recebe e transforma um ou mais *inputs* e cria um *output*, exemplificando que uma técnica de modelação possível é a do Fluxograma. O autor explica que a técnica permite criar um fluxo de trabalho e fazer a análise e melhoria contínua. Para além disso, modela o processo de interação de uma ou várias pessoas através da captação das informações mais relevantes, bem como das suas tarefas auxiliadas por aplicações informáticas, caso aplicável.

Para as várias técnicas de modelação, autores como White & Miers (2008) desenvolveram normas e standards que designaram como *Business Process Model Notations*, de forma a que houvesse uma perceção comum de como, quando e o que fazer no que ao mapeamento e modelação dos processos diz respeito, facilitando, deste modo, a leitura e a comunicação transversal entre qualquer interveniente ou leitor de determinado processo. Nesta conformidade, criar-se-ia uma linguagem própria para o mapeamento de processos, acessível à compreensão de todos.

Quatro anos mais tarde, Chinosi & Trombetta (2012) apresenta e divide uma versão mais atualizada de notações em seis categorias representadas na Figura 3.

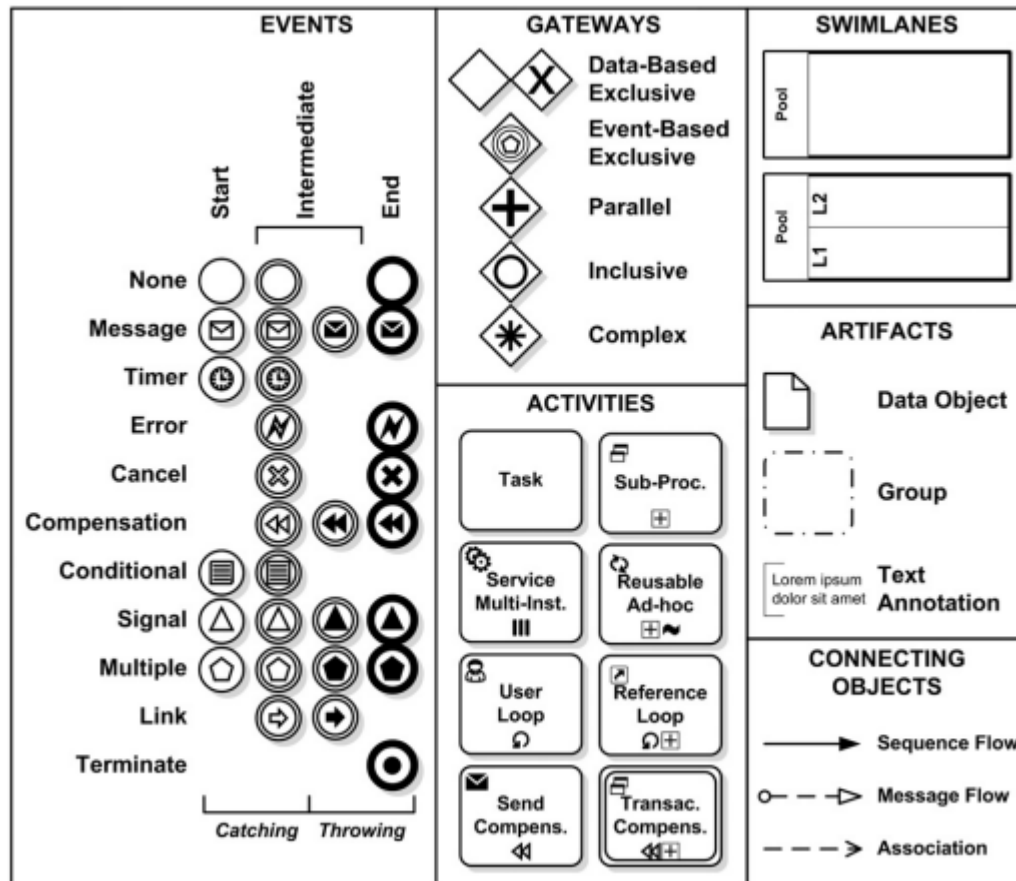


Figura 3 - Categorias de Notação (Fonte: Chinosi & Trombetta (2012))

Sendo que foi definida simbologia para cada uma, na categoria dos Eventos (*Events*) determinam-se todas as notações para o início, meio e fim dos processos, nas Atividades (*Activities*) registam-se todas as tarefas realizadas durante o processo, e nas Portas (*Gateways*) estão representadas as possíveis ligações ou separações entre estes dois primeiros (Eventos e Atividades), no caso de serem exclusivos ou, por exemplo, se houverem duas tarefas em paralelo.

Os Objetos de conexão (*Connecting Objects*), como o próprio nome indica, têm a finalidade de interligar todos estes elementos, e as *Swimlanes* dividem as atividades em diferentes departamentos, funções ou mesmo responsabilidade. Por fim, os Artefactos (*Artefacts*) servem para expor informação sobre o que foi realizado nas etapas ou criar comentários adicionais necessários à explicação.

2.2 O planeamento na Cadeia de Abastecimento e Produção

No atual ambiente de negócios a nível industrial e de serviços muitos são os fatores que influenciam a performance de uma empresa, mas os mais importantes continuam a ser a qualidade do produto e/ou do serviço, a satisfação do cliente e os custos de produção e distribuição. Por isso, as empresas mais viáveis são aquelas que detêm um plano estratégico e a longo prazo para estes fatores (Bashiri, Badri, & Talebi, 2012).

Na GCA são normalmente distinguidos três níveis de planeamento dependendo do horizonte temporal: planeamento estratégico para as decisões a longo prazo, tático para as decisões a médio prazo, e operacional para o curto prazo (Melo, Nickel, & Saldanha-da-gama, 2009).

O planeamento estratégico - que determina ações a longo prazo - define a estrutura da cadeia de abastecimento (ex. localização das instalações, em geral). O planeamento tático, de médio prazo, define ações que tratam, por exemplo, a atribuição de objetivos de produção para determinadas fábricas e a transportação dessa produção de fábricas para armazéns, e/ou para o centro de distribuição. O último nível de planeamento é de curto prazo, e preocupa-se com decisões operacionais repetidas diariamente ou semanalmente. Este determina a atribuição de tarefas a unidades, bem como a sequência dessas tarefas em cada unidade. No nível de produção, o planeamento de curto prazo é denominado programação ou sequenciamento. (Maravelias & Sung, 2009).

Segundo Meyr, Wagner, & Rohde (2015) o processo de planeamento estratégico cobre as decisões a longo prazo das Compras, Produção, Distribuição e Vendas, desde a localização da fábrica à estrutura física da distribuição. No fundo acaba por desenhar a cadeia de abastecimento como um todo e os seus fluxos de materiais, desde o fornecedor ao cliente.

Apesar de tudo, certos tipos de decisões podem ser considerados estratégicos para uma empresa. Simultaneamente, a mesma decisão pode ser considerada tática noutra empresa. Estas diferenças advêm das diferentes políticas nela implementadas (Bashiri et al., 2012).

O planeamento tático da Cadeia de Abastecimento, de uma forma semelhante ao planeamento da produção, consiste na determinação da quantidade dos produtos a serem produzidos ao longo da cadeia de abastecimento num determinado momento. Muita da Bibliografia sobre planeamento propõe modelos matemáticos para que este objetivo seja cumprido (Comelli, Fénies, & Tchernev, 2008).

Giannoccaro & Pontrandolfo (2001) distingue dois tipos de problemas na GCA: problemas de Configuração e Coordenação. Os problemas de configuração estão normalmente ligados a decisões de nível estratégico que lidam com a forma como o funcionamento da cadeia de abastecimento está desenhada, em particular os fornecedores, produção e distribuição. Decisões importantes como desenhar o sistema de fornecimento e escolher entre comprar ou fazer, as políticas de compra e a escolha de distribuidores são alguns dos exemplos. Ou seja, resolver um problema de configuração significa analisar e estabelecer políticas ou formas de atividades dos diferentes módulos de uma cadeia de abastecimento, a forma como essas ligações serão feitas a jusante e a montante e, conseqüentemente os atores que irão operar nas mesmas.

Por seu turno, os problemas de coordenação estão numa base mais tática ou operacional que podem ser distinguidos por coordenação intrafuncional, interfuncional e interorganizacional, sendo possível, assim, a organização de uma só pessoa, de uma equipa ou a relação entre equipas. Este último tipo de problemas é geralmente mais complexo, dado que há uma necessidade de integração de decisões operacionais que normalmente envolvem um grande

número de atores. Estas decisões, que muitas vezes podem ter em conta várias equipas ou departamentos de uma organização, devem ser guiadas coerentemente para que a performance geral aumente e não diminua.

Pochet & Wolsey (2006) afirmam que o Planeamento de Produção foca exclusivamente nas atividades necessárias à transformação das MP em Produtos Acabados (PA) de forma a que estas cumpram as necessidades dos clientes da forma mais eficiente e económica possível.

Em ambientes industriais, os problemas a serem abordados são de foro decisivo. Por outras palavras, a sua resolução impõe tomadas de decisão no âmbito do dimensionamento dos lotes dos diferentes produtos finais, do tempo em que estes lotes devem ser produzidos, das máquinas e instalações a serem usadas nessa produção e do sequenciamento da sua produção. Este tipo de problemas é frequentemente analisado a um nível tático ou operacional do planeamento.

No que toca ao planeamento da Cadeia de Abastecimento, o seu foco está direcionado para a integração das decisões do departamento de Compras e Distribuição. O foco prolonga-se num horizonte de tempo maior e inclui decisões adicionais como a escolha de fornecedores, localização das instalações de produção e o desenho do sistema de distribuição.

Maravelias & Sung (2009) sustenta a mesma opinião ao refletir que, devido a todas as conexões dos diferentes níveis da cadeia de abastecimento, é necessário que todas as decisões estejam integradas ao longo da mesma e que quaisquer problemas num dos elos estejam sempre interdependentes dos restantes, tal como o demonstrado na Figura 4 através de uma matriz de todas essas relações, em que se dá destaque à possível integração do planeamento da produção na programação a curto prazo.

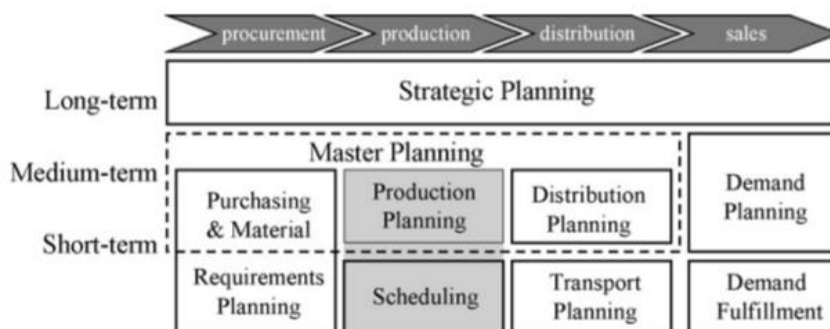


Figura 4 - Matriz da GCA (Fonte: Sung (2009))

Meyr et al. (2015) refere que no processo de planeamento de procura (*Demand Planning*) são executadas decisões como a previsão da procura e o planeamento de vendas a longo e médio prazo, ao passo que no módulo de satisfação da procura (*Demand Fulfillment*) são realizadas as tarefas para vendas a curto prazo.

O plano mestre (*Master Planning*) gere a distribuição, produção e as compras em termos de planeamento a médio prazo de forma a que sejam tomadas decisões a nível de como será feita a distribuição, mediante determinada capacidade e informações sobre os fornecimentos. No fundo, faz a interligação destes três departamentos, com o suporte do modelo de Planeamento Mestre de Produção (*Master Production Schedule - MPS*).

Para o Plano de Produção (*Production Planning*) e a programação (*Scheduling*), no caso de serem dois módulos separados, o Plano de Produção é responsável pelo dimensionamento dos lotes de produção e o segundo é responsável por determinar quando é que as máquinas irão

produzir e todos os outros fatores do chão de fábrica, como o sequenciamento ou mesmo a alocação de recursos. Alguns sistemas já têm a integração dos dois num só módulo.

É evidente que para tal detalhe e complexidade em indústrias que muitas vezes têm vários níveis de produção, é necessário um grande esforço de coordenação e organização da empresa, sendo que as empresas que fornecem os *softwares* são frequentemente as mesmas que oferecem módulos integrados que visam a especialização dos processos em termos de Planeamento de Transportes (*Transport Planning*) e Distribuição (*Distribution Planning*). Exemplo disso é o caso do Planeamento de Necessidades de Distribuição (*Distribution Requirements Planning - DRP*) que Wang, Fung, & Chai (2004) refere como sendo a ferramenta que ajuda na resolução de problemas de escolha entre distribuidores, armazéns ou mesmo de retalhistas. Além disso, é capaz de escolher a melhor altura e as quantidades a distribuir mediante a capacidade de fornecimento da empresa.

Outro caso é o modelo do Planeamento de Necessidades de Materiais (*Materials Requirements Planning - MRP*) que acontece com a integração dos processos de Compras e Materiais (*Purchasing and Materials*) e de Planeamento de Necessidades (*Requirements Planning*), com o intuito de dar apoio nas decisões de compra, escolha de fornecedores, e quantidades a produzir, através da análise da estrutura de materiais e as compras a fornecedores assim como encomendas de clientes.

O objetivo do planeamento de produção é, então, tomar decisões que otimizem o compromisso entre as metas económicas - como a redução dos custos ou a maximização dos lucros – e os objetivos mais intangíveis - como a satisfação do cliente. Para atingir estes objetivos, os sistemas de planeamento de produção estão cada vez mais sofisticados, de forma a aumentar tanto a produtividade, como a flexibilidade, adaptando-se às diferentes operações. Por exemplo, para aumentar a produtividade, a tendência atual para a coordenação da Cadeia de Abastecimento implica uma integração dos modelos de planeamento de produção com os de compras, vendas e distribuição. A necessidade de ser capaz de responder rápido ao mercado ou às mudanças da procura dos clientes também criou a necessidade para refinar os modelos de planeamento de produção para que estes estejam mais aptos a representar e explorar a flexibilidade do processo de produção, sem perderem a sua eficiência (Pochet & Wolsey, 2006).

Em termos de *software*, um dos mais sofisticados são os *Advanced Planning Schedule (APS)* que, segundo Meyr et al. (2015), apesar de lançados por diferentes empresas de software ao longo do tempo, usam todos a estrutura definida por Maravelias & Sung (2009) na Figura 4. O APS é então um software com diferentes módulos representados através de duas dimensões, processos e horizontes temporais.

Podemos dizer que nem todas estas funções podem estar presentes em todos os *softwares* isto porque variam muito do seu fornecedor e de empresa para empresa, como também devido a variáveis e incertezas a jusante (ex: falhas nos fornecedores ou em máquinas) e a montante (ex: incerteza nas procuras do cliente).

Cada *software* poderá ter algumas diferenças nos nomes e na tecnologia usada nos diferentes processos, mas o objetivo geral é comum para todos e dividido da mesma forma, sendo que há cada vez mais empresas a entrar neste mercado com soluções ou mais especializadas ou com diferentes aspetos exclusivos.

A Gartner (2018), conforme verificado na Figura 5, divide as empresas em três grupos: os que são líderes - com forte capacidade de execução e maturidade de produto -, os desafiadores - apesar de terem também grandes capacidades, a maturidade e o caminho a seguir ainda não são observáveis - e os visionários - com os olhos postos nas mudanças e um forte plano de ação, faltando-lhes, contudo, poder de execução.



Figura 5 - Matriz de fornecedores de APS (Fonte: Gartner (2018))

Em termos de módulos/ algoritmos que abordam problemas de planeamento na Cadeia de Abastecimento há um sem número de referências bibliográficas.

Só para referir alguns exemplos:

- Cook & Kress (1992) revê sistemas de compras e desenvolve um sistema de apoio à decisão que lhe permite tomar decisões mais rápidas, consistentes e acertadas. Enquanto que por exemplo Tucker & Jones (2000) desenvolvem um sistema mais desenvolvido de relação entre comprador e fornecedor que permitiu que ambas as empresas envolvidas percebessem quais as vantagens de escolher certa estratégia para ambos.
- Já Buer, Woodruff, & Olson (1999) abordam um problema entre a coordenação da distribuição e produção da indústria de jornais onde desenvolve um algoritmo que lhe permite mostrar que soluções mais *low-cost* podem ser conseguidas através da reutilização de camiões de distribuição que acabaram as suas rotas.
- Stockle, Donatelli, & Nelson (2003) estudam o desenvolvimento de sistemas que permitam aos programadores a possibilidade de aumentar a eficiência de modelos já existente ou de interligá-los com outros módulos de outros sistemas existentes, sendo que muitas das vezes criam a oportunidade de se poder programar estes módulos em linguagens comuns.

2.3 A Evolução do Planeamento de Produção

Desde o início da ciência das operações e gestão que modelos para o planeamento de produção foram importantes objetos de estudo. Exemplos como a Quantidade Económica de Encomenda de Wilson ou mesmo o modelo de dimensionamento dinâmico de Wagner-Whitin's, que foram pilares para o estudo do planeamento com procura fixa e dinâmica, respetivamente (Pochet & Wolsey, 2006)

A Quantidade Económica de Encomenda de Wilson foi posta em prática ao fazer o balanço entre os custos de *setup* de uma máquina para a produção de um artigo e o custo de o manter em *stock*, onde a procura é conhecida e o horizonte temporal é indefinido.

Já Wagner & Whitin (1958) apresentaram um algoritmo dinâmico para a resolução de problemas de dimensionamento de lotes de artigos sem restrições de capacidades.

Pochet & Wolsey (2006) declaram também que introdução do MRP nos anos 70 revolucionou a forma como se organizava e controlava os sistemas de planeamento de produção, mas tanto este como os modelos sucessores eram em grande parte sistemas de informação necessários, mas não suficientes para um planeamento eficaz. Houve grandes críticas há inaptidão para lidar com os diferentes tempos de espera e restrições de capacidades. Até mesmo nos atuais Sistemas de Gestão Empresarial (*Enterprise Resource Planning* - ERP) e de APS são frequentemente vistos como inúteis ou incapazes de lidar com a grande complexidade das empresas.

Na mesma altura vários foram os esforços para descrever modelos de Programação Inteira Mista (*Mixed Integer Programming* - MIP) para problemas de planeamento com um ou muitos estados, que tipicamente surgem na prática e que sistemas como MRP e APS se destinam a resolver. Com o desenvolvimento e investimento nestes sistemas atualmente conseguimos naturalmente formular e resolver cada vez mais problemas de planeamento de produção que, no início, pareciam ser impossíveis de resolver.

Existe uma série de elementos de modelação que são comuns a grande parte dos problemas de planeamento. O planeamento de produção lida principalmente com a determinação dos lotes a produzir, especificamente o tamanho e o tempo de produção dos mesmos, de forma a satisfazer a procura num determinado horizonte temporal. Ou seja, a determinação do tamanho dos lotes e da altura em que se vai produzir são elementos comuns na modelação de problemas de planeamento. A procura é gerada normalmente por previsões num ambiente de produção para *stock* (*Make to Stock* - MTS), ou pelas encomendas dos clientes no caso de uma política de produção para encomendas (*Make to Order* - MTO), ou mesmo pela combinação de ambas (Rajagopalan, 2002).

O estudo destas duas filosofias e quais delas aplicar nos diferentes contextos empresariais começa nos anos 60 com a comparação dos possíveis resultados perante a produção para encomenda ou para *stock* de um único artigo, sem ter em conta os tempos de produção (Popp, 1965).

Estes estudos foram evoluindo até Williams (1984) apresentar um modelo que considera múltiplos artigos, capacidades limitadas e uma procura aleatória. Williams conclui que, para artigos com baixa procura, deve seguir-se a filosofia de MTO. Por sua vez, para artigos com alta procura deve seguir-se a de MTS.

Para Federgruen & Katalan (1999) foram definidos dois tipos de artigos, A e B (correspondentes a MTS e MTO), com os artigos B a interromper os artigos A. O estudo dos autores foi o de verificar o impacto da mudança de uma filosofia para a outra e as implicações que dela advinham.

De forma a definir planos de produção mais fiáveis e económicos, muitas outras variáveis são tidas em conta como: disponibilidade de recursos (horas de máquinas, trabalhadores, subcontratados, etc), custos de produção e inventário e outras medidas de performances como o nível de serviço (Pochet & Wolsey, 2006).

O horizonte temporal, por exemplo, é o intervalo de tempo em que o calendário de produção está estabelecido pela empresa. Este pode ser finito ou infinito, sendo que no caso de ser finito este é acompanhado por uma procura dinâmica e o infinito por uma constante.

Os sistemas de produção podem também ter um ou vários níveis em que sistemas com um nível dizem respeito a produtos simples onde, numa única operação, se transforma MP em PA. No caso de ter vários níveis significa que há uma ou mais sub-tarefas desde a MP ao produto final. O mesmo acontece para os produtos que podem ser únicos ou múltiplos dependendo da variedade de produtos fabricados na empresa.

Quanto à procura esta pode ser estática, ou seja, não se altera ao longo do tempo ou pode ser dinâmica no caso de variar com o tempo. Se, para qualquer dos casos anteriores, esta for conhecida antecipadamente é considerada determinística. Caso contrário, é denominada de probabilística. A procura pode também ser independente em situações em que a procura de um produto não depende da quantidade de outro produto. Este é o caso de sistemas com um único nível. Para os sistemas de nível múltiplo, a procura é dependente, uma vez que para a produção de um PA é necessária determinada quantidade de produto da sub-fase anterior à final.

O *stock* pode também ter uma importante decisão no planeamento porque a falta de *stock* de artigos é passível de ser permitida. Nesse caso, usa-se a designação de *backlogging*, que significa que podemos satisfazer a procura em períodos futuros à que esta foi determinada. No caso de não ser permitida, quando a procura não é satisfeita, esta é considerada como perda (Karimi, Ghomi, & Wilson, 2003).

Modelo de dimensionamento de lote sem limite de capacidade

Karimi et al (2003) define que o modelo de dimensionamento de lote sem limite de capacidade é um modelo que tem como objetivo minimizar a soma dos custos de *setup*, produção e de retenção do *stock*, sabendo que:

- i. A procura é conhecida e o horizonte temporal é finito;
- ii. A produção é independente e os custos são divididos por um custo fixo independente do tamanho do lote, e um custo variável, mas constante por cada unidade produzida;
- iii. Os tempos de produção são conhecidos e constantes assim como os seus *setups*;
- iv. A falta de *stock* não é permitida;
- v. Os custos de retenção de *stock* são lineares;
- vi. Não é permitido o *backlogging*.

Deste modo as restrições para este modelo são:

- i. A procura deve ser satisfeita em cada período;
- ii. Não há inventário inicial nem final;
- iii. Os custos de *setup* são ativados caso o artigo seja colocado em produção.

Para Pochet & Wolsey (2006) este modelo é de artigo único, com um único nível e sem considerar capacidades de recursos, ou seja, a capacidade é infinita. Resolve um sub-problema do planeamento de produção, porque é usado repetidamente para cada artigo no sistema de planeamento MRP, que exploraremos com maior rigor mais adiante. Para os diferentes períodos de tempo definidos, o objetivo é fazer um planeamento que satisfaça toda a procura e que minimize os custos de produção e de *stock*, exemplificados acima por Karimi et al. (2003). Os custos de produção, por sua vez, são decompostos em custos fixos e variáveis, de forma a que

se tenha em conta economias de escala obtidas pela produção de uma quantidade maior de artigos.

Modelo de dimensionamento de lote com limite de capacidade

No mesmo contexto que o modelo anterior, Drexl & Kimms (1997) refere que este novo modelo contém uma diferença: a capacidade é finita. O modelo tem como objetivo determinar a quantidade e a altura em que a produção deve ser feita em determinado horizonte temporal, sendo que, desta vez, as capacidades vão restringir estes fatores. Todas as considerações acima definidas foram mantidas, mas agora estão limitadas por uma capacidade que é conhecida e determinada que não lhes permite ultrapassar esse valor.

Plano-Mestre de Produção

Para Lin & Krajewski (1992) este modelo é a ligação entre a procura do mercado e o plano de produção de determinado artigo. Referimo-nos a um modelo de dimensionamento, com capacidade limitada, de um único nível, mas, desta vez, destinado a vários artigos, ao contrário dos anteriores. Segundo o autor, os resultados deste modelo são passados para o MRP e desenvolvidos através de previsões de procura, isto porque a mesma é incerta. Havendo um risco nos erros de previsão, a satisfação da procura pode ser ressaltada através de várias opções: a atualização periódica dos históricos da procura (denominado de rotação de planeamento), atualizando-se o PMP em cada ciclo de planeamento, inserindo-lhe novas previsões; outra opção seria congelar os dados do PMP e manter um stock de segurança suficiente para cobrir procuras superiores às previstas.

A primeira opção leva a que haja uma constante mudança nos dados do PMP e se possa traduzir em custos, em parametrizações e erros, ao passo que, na segunda opção, o risco de acumulação de stock pode acarretar muitos prejuízos, uma vez que a empresa não tem alternativa senão mantê-la em armazém. A maioria das empresas usa um pouco das duas opções para haver um equilíbrio.

Já Chung & Krajewski (1984) estuda uma empresa que produz com uma estratégia de MTS com uma procura sazonal. O autor tem como objetivo determinar quando deve ser efetuado a “rotação do planeamento” do PMP e, ao mesmo tempo, determinar qual a periodicidade do planeamento geral da produção, visto que conclui, no final do estudo, que os mesmos são interdependentes.

Pochet & Wolsey (2006) o PMP tem como objetivo propor um plano de produção de vários artigos, para um curto período temporal e, por norma, para produtos finais. O modelo assemelha-se ao referido anteriormente, com a exceção de que para este vários artigos são produzidos e, por isso, a capacidade limita os somatórios das quantidades de todos os artigos postos em produção.

2.4 Planeamento de Necessidades de Materiais (MRP)

Os mesmos autores descrevem o MRP como sendo uma interligação entre o modelo de dimensionamento de lote sem capacidade com o modelo PMP, pelo facto de o primeiro se prender com o planeamento de todos os produtos intermédios, e MP e o PMP com o de planeamento de produtos finais. Assim, é possível otimizar a produção e, ao mesmo tempo, a compra de todos os recursos necessários, de forma a satisfazer quer a procura externa, ou independente dos clientes quer a procura interna, e dependente, criada pela definição da

produção dos diferentes produtos. Isto porque se trata de um modelo para vários artigos e com múltiplos níveis.

Esta dependência interna e multiplicidade de níveis deve-se ao facto de ligarmos os produtos finais ao resto dos materiais, uma vez que cada um deles tem uma estrutura de materiais associada que designa a sua constituição. Por exemplo, um produto X é constituído por um produto A e um B que necessitam de duas unidades de MP, C e D, para serem produzidos. Desta forma, para X ser produzido, necessita de uma unidade de A e B que, por sua vez, necessitam de duas unidades C e duas D para serem produzidas, respetivamente.

Todos os dados, variáveis e restrições mantêm-se iguais às do PMP, mas é adicionado uma nova variável que representa os sucessores diretos de determinados artigos, como exemplificado acima. Ou seja, sempre que um produto final for produzido, esta variável é ativada para os diferentes recursos utilizados no fabrico do mesmo.

Assim sendo, também é necessário acrescentar esta procura dependente ao modelo, visto que, para o cumprimento da procura independente do cliente, a procura dependente para a produção dos diferentes produtos finais também tem de ser assegurada.

Mula, Poler, García-Sabater, & Lario (2006) indicam também que uma das diferenças para os outros modelos é a inclusão de um fator de produtividade para as incertezas presentes nas fases de todo o processo. Ou seja, para as diferentes fases do processo de produção e para a estrutura de materiais que compõem determinado produto é adicionado um valor acima daquele que é necessário à produção de forma a que esta seja cumprida caso haja falhas ou erros na produção.

New & Mapes (1984) distingue três maneiras de criar fatores de produtividade. Primeiro, verifica quais os valores ou taxas a serem implementados nas diferentes fases do processo através da comparação entre o custo de não cumprir com as quantidades necessárias e o custo de manter ou de obsolescência do stock. Depois desta análise, os caminhos a seguir podem ser:

- criar stocks de segurança (nestes há a flexibilidade de aplicar diferentes valores em diferentes fases do processo);
- aplicar um tempo de segurança (significa que se dá um menor tempo de entrega dos produtos daquele que é a realidade de forma a cumprir com o nível de serviço). Esta alternativa tem a vantagem de se ajustar às previsões que se façam da procura e, assim, acompanhar melhor as mudanças periódicas na atualização do planeamento;
- colocar um aumento naqueles que são os valores obtidos de requisitos no MRP, fazendo com que se coloque sempre uma quantidade superior àquela que normalmente é necessária, a partir de previsões de eventuais erros, avarias ou atrasos, tanto na produção, como nos fornecedores.

Billington, McClain, & Thomas (1983) afirmam que os principais problemas são os produtos com defeito na fase final do processo, a capacidade física das fábricas e a mudança dos tempos de entrega de material quer do fornecedor quer ao próprio cliente, quando os níveis de serviço mudam, e, acima de tudo, a capacidade de produção. Para combater este fator mais crítico, o autor desenvolve um sistema matemático de programação linear a partir do qual conclui que o importante é conseguir uma base que permita calcular a capacidade geral da fábrica, porque, ao longo dos tempos, nenhuma ferramenta é capaz de se manter igual, uma vez que as máquinas mudam, têm avarias, ou até mesmo os layouts e as suas capacidades se alteram e, por isso, os valores têm de ser atualizados. Ao criar uma ferramenta para determinado período, a sua

atualização e a introdução de pequenas mudanças ajustadas às novas realidades tornam-se muito mais fáceis e eficazes, com vista à resolução dos novos problemas.

3 Caso de Estudo e Caracterização do Problema

Nesta seção será apresentada a empresa onde este projeto foi realizado com maior detalhe, a par de uma contextualização aprofundada do planeamento de produção da AR.

3.1 Estratégia da AR

Para acompanhar as diversas tendências de mercado que se depara com a necessidade de fornecer a clientes de todos os cantos do mundo, a Amorim tem mais de 5 000 mil artigos com diferentes características, sendo que apenas cerca de 1500 artigos estão ativos neste momento. Como estamos a falar de revestimentos, o tipo de produto vendido pela AR tem um carácter duradouro e destina-se projetos de longo prazo, o que implica que a sua manutenção seja feita espaçadamente e ao fim de algum tempo, dado que os revestimentos para infraestruturas podem ter diferentes tipos de desgaste e condições de manutenção.

Numa outra ótica, como estamos a falar de produtos muito visuais e com composições bastante específicas e diversas, há uma grande necessidade de se adaptar às novas tendências e necessidades dos mercados. Assim, para uma relação sustentável entre a angariação de novos clientes e a manutenção de clientes antigos que querem fazer a manutenção ou expansão do mesmo tipo de revestimento nas suas estruturas, a AR tem de balançar o seu catálogo atual com novidades frequentes de produtos com a necessidade de produzir artigos mais antigos, muitos deles já descontinuados há mais de um ano.

Para uma melhor gestão desta grande diversidade de produtos a AR divide em seis tipos de PA:

- A - Alta rotação e regular em vendas;
- B - Artigos mantidos em *stock* central;
- C - Artigos que ou não são regulares, ou são de baixa rotação;
- Z - Artigos que, pelas suas características, os prazos de entrega e quantidades a produzir têm de ser analisadas, caso a caso;
- P - Artigos que estão descontinuados há menos de um ano;
- O - Artigos que estão descontinuados há mais de um ano.

São estabelecidos níveis de serviço de entrega dos produtos a clientes de 20 dias úteis para os produtos A, sendo que o objetivo será reduzir para 15. Para os produtos B, como são de stock avançado, a entrega é realizada em 5 dias úteis. Para os C, o nível de serviço é de 25 dias úteis, com objetivo de redução para 20 dias. Os produtos Z têm um prazo de 30 dias, sendo que os produtos P e O, por estarem fora do *mix*, não têm qualquer tipo de prazo definido.

O objetivo principal da AR é a satisfação do cliente dentro dos diferentes níveis de serviço correspondentes a cada tipo de produto. Para que seja bem-sucedida, a empresa tem de adotar uma estratégia que lhe permita ter uma maior flexibilidade de produção com o intuito de dar uma resposta o mais rápida e eficiente possível. Concomitantemente, a empresa tem como objetivos quer a redução de stocks quer uma otimização das máquinas para uma máxima eficiência. A redução de stocks obriga a que a empresa lute por uma produção mais reduzida em termos de quantidade, isto porque a maior parte das reativações do produto é para uma única venda, dificultando o escoamento do produto restante.

Para uma maior produtividade das máquinas a produção necessita de estabelecer o mínimo de *setups* possíveis e ao mesmo tempo produzir uma quantidade suficientemente grande para que

o esforço exigido na mudança de *setup* compense a produção de um artigo. Consequentemente, há uma frequente mudança da definição de quantidades mínimas de produção e respetivos múltiplos, assim como dos critérios utilizados para a reativação de produtos, o que dificulta o planeamento.

Claro está que dar uma resposta tão rápida a um leque tão alargado de diferentes artigos, manter um nível de eficiência das máquinas e, simultaneamente, reduzir *stocks* torna-se numa tarefa bastante difícil. Por inerência, os últimos objetivos são antagónicos e representam um desafio para a empresa, que tem de ser constantemente avaliada com vista a um maior equilíbrio entre os dois, sem que se prejudique o objetivo principal de servir o cliente.

Processo

Antes de perceber o funcionamento do planeamento de produção é necessário entender o processo de produção da AR.

O processo é iniciado com um pedido de encomenda do cliente e este, através do *Baan* (ERP da AR) existente, fornece os inputs do MRP para um ficheiro *Microsoft Excel* que, por sua vez, dá informações sobre as quantidades necessárias para cobrir as encomendas. Além destas, o MRP obtém informações dos *stocks* existentes e dos movimentos planeados de forma a dar informações sobre as necessidades de reposição de *stock*. Como há informação sobre as datas dos pedidos dos clientes e dos movimentos que irão ser realizados no *stock*, o MRP dá informação da semana que estas são necessárias. O MRP aplica um fator de incerteza em alguns dos diferentes níveis de produção o que faz com que a estrutura de materiais requerida para determinados artigos esteja acima do suposto de forma a precaver insuficiências ou erros.

Posteriormente são criadas de Ordens de Fabrico (OF) para as diferentes fases do produto, novamente no ERP. As diferentes fases de criação de valor são representadas na Figura 6, que representa a cadeia de valor da produção da AR, e pode ser flexível na medida em que nem todos os produtos passam pelas mesmas fases sendo que podem suprimir ou conter mais algumas subfases que não estão representadas.

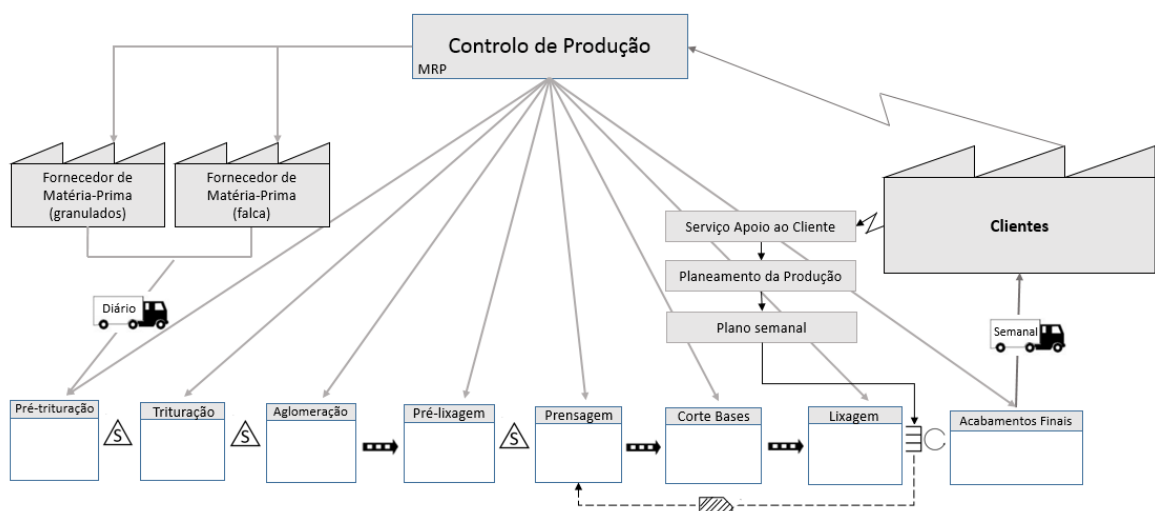


Figura 6 - Cadeia de Fluxo de Valor da AR

As fases de pré-trituração e trituração, que são realizadas na fábrica de Lourosa, têm um fornecimento diário de falca e granulados que lhes garante sempre um *stock* seguro que não necessita de ser controlado nem planeado, funcionando através de um sistema de *Kanban*.

Do mesmo modo, a fase de Pré-lixagem não precisa de ser planeada, visto ser controlada por um sistema de *Kanban* que determina quanto e quando deve ser produzido, mediante os níveis de stock dessas fases. Assim, para que a existência de recursos para produção seja sempre garantida, é necessário que a fase de Aglomeração seja assegurada.

A fase de Aglomeração tem como objetivo produzir as Bases necessárias para os diferentes artigos da AR sendo que, estes vêm em forma de blocos com diferentes dimensões e características, mediante as necessidades de MP que é preparada nas fases anteriores. Existe uma subfase denominada de Laminagem que permite transformar estes blocos em folhas. Nesta mesma fase são produzidos também todos os Decorativos que podem ser aplicados sobre a base. Estes têm um tratamento semelhante, visto que, tal como as Bases, têm diferentes características e dimensões, e são cortados em folhas para a mesma forma de aplicação.

As fases de Prensagem até à Lixagem correspondem à produção dos SA que, com as Bases e Decorativos vindos de Lourosa e Bases produzidas em Oleiros, se compõe de diferentes formas. Através de pinturas ou através de junção de camadas de PET ou PVC importados são vários os componentes que se unem de forma a criar SA na fábrica de Oleiros.

Numa fase final, como o próprio nome indica e, através das informações vindas das encomendas dos clientes finais, fazem-se os Acabamentos Finais (AF) através dos últimos cortes, possíveis prensagens e embalamento, que dão origem ao produto final vendido pela AR que dependendo do tipo de artigo pode ter a forma da imagem abaixo (Figura 7).



Figura 7 - Composição de um artigo da AR

Assim, o planeamento é feito a partir da fase de Aglomeração até à Lixagem através de uma estratégia de mix entre MTS e MTO, o que significa que são produzidas quantidades para cobrir *stocks* (MTS) definidos pela empresa estabelecidos mediante históricos de procura e outras variáveis como o nível de serviço, que a empresa designa como *Stock Máximo* (SM). Além destes valores, também são produzidas quantidades acima desse *stock*, de acordo com as encomendas realizadas pelos clientes (MTO), de forma a que se mantenha sempre o SM. Após a fase da Lixagem teremos então um *stock* definido que irá abastecer os AF, mas que irá variar em termos de quantidades de artigo visto haver também uma estratégia MTS.

Para os AF a estratégia MTO é adotada apesar de muita das vezes não ser a praticada isto porque, segundo esta estratégia, a produção é feita mediante as encomendas do cliente. Contudo, na realidade, a prática é MTS, isto é, aquando de uma encomenda mais urgente ou

maior do mesmo produto, a AR vai buscar artigos produzidos e reservados para outros clientes para poder satisfazer necessidades mais próximas e críticas.

Para uma correta análise daquilo que poderá ser uma solução de melhoria do planeamento começou-se por verificar como era o planeamento atual da AR, não sendo possível descartar aquilo que foi a evolução do planeamento até ao dia de hoje.

Situação passada e atual

Inicialmente, o planeamento era diário, efetuado por 4 elementos do departamento de Produção, que eram responsáveis por diferentes áreas: a produção da fábrica de Lourosa; a produção de SA; a produção de AF, números 1 e 2; por fim, a produção de AF número 3. Cada um destes elementos era incumbido de fazer também o sequenciamento dessa produção.

Há cerca de um ano, houve uma reestruturação. A função de planeamento tático foi separada do sequenciamento, logo retirada do departamento de Produção e alocada pelo departamento de Logística. Atualmente o planeamento tático é semanal e efetuado por duas pessoas: a primeira, responsável pelos AF 1, 2 e 3, e a segunda, pelos componentes e a fábrica de Lourosa. O objetivo final desta mudança será atribuir todo o planeamento apenas a uma pessoa.

Além da dicotomia dos dois objetivos estratégicos e da dificuldade na gestão e reativação da vasta gama de produtos supra abordados, existem outras condicionantes que dificultam o planeamento da produção.

Uma das soluções para melhorar a redução de *stocks* foi a aplicação de uma ação de reembalamento de produtos, isto é, devido ao cancelamento ou mudança de quantidades encomendadas pelo cliente ou, até mesmo, a produção superior à necessária, levou a que muitos produtos estivessem preparados para serem enviados, mas sem destinatário. Para um escoamento destas situações, e visto que há uma venda internacional de produtos, que requerem diferentes especificações para os diferentes países a AR começou a reembalar os produtos já existentes.

Apesar de eficaz, esta solução dificulta o planeamento. O MRP, que dá as necessidades, não distingue aquelas que são as quantidades que são para produzir e aquelas que são as quantidades de produto que podem ser reembalados. O mesmo acontece com a distinção entre as quantidades a serem produzidas para repor o SM e as quantidades que são para cobrir as encomendas de clientes, isto porque o MRP dá as necessidades gerais e o planeador tem de identificar manualmente se estas podem ser reembaladas. Depois, no caso das capacidades das máquinas serem inferiores às necessidades, este tem de verificar quais as quantidades que efetivamente são para encomendas e não para reposição de *stock* para que se possa dar prioridade às primeiras no planeamento.

Além da falta de distinção das possíveis situações, parte das quantidades definidas de SM dos diferentes produtos estão desatualizadas no ERP e não correspondem à realidade de hoje. O que faz com que, ao exportar informações para o MRP, este utilize as informações irrealistas e, por conseguinte, dê sugestões de quantidades a produzir erradas. Assim sendo, o planeador apenas utiliza o MRP para o tratamento de informações sobre o PA, isto porque a estratégia usada é a de MTO e, por isso, as informações obtidas sobre as necessidades são dadas através das encomendas realizadas pelos clientes. Como o SA e as fases anteriores adotam também uma estratégia de MTS, são necessárias as informações do SM, o que impossibilita o uso do MRP para o planeamento de todas estas etapas.

Pelo facto de ser impossível o uso do MRP, o planeador tem de usar as informações oriundas diretamente do *Baan*, através da exportação de *queries*, de forma a calcular manualmente os valores corretos de SM e assim conseguir perceber qual o *Stock* em Falta (SeF).

Este trabalho é, claramente, moroso e tem um elevado grau de falibilidade. Além disso, pelo facto de novas encomendas entrarem diariamente no sistema, é necessário que esta análise seja realizada quase diariamente, de forma a rever os novos valores e, deste modo, gerir as OF criadas no início da semana. Adicionalmente, o planeador de PA não tem sempre em conta as quantidades de SA utilizadas aquando da criação das suas OF, o que faz com que este crie novas insuficiências de SA, porque não foram previstas. Este problema é agravado pelo facto de haver um sistema de *backflush* apenas no final da produção do SA, isto é, a contabilização dos artigos e materiais usados na produção de um SA só é realizada na sua fase final. Este método de contabilização limita a previsão e o planeamento, porque a produção de um SA tem diferentes operações que levam frequentemente a que a OF do mesmo demore duas a três semanas até ser encerrada.

O que aqui está em causa é um planeamento semanal que necessitaria que o *backflush* fosse feito de operação em operação ou, pelo menos, que fosse realizado de semana em semana, para que houvesse uma perceção do inventário consumido e daquilo que foi produzido. Esta necessidade é ainda mais crítica porque a AR está com grandes problemas de Qualidade e uma grande percentagem da produção não cumpre os requisitos estabelecidos pelo departamento, o que leva a que só no fim da OF se obtenham os valores do produto rejeitado, quando se poderia fazer essa antecipação através de uma contabilização por operação.

Registos e Históricos

Por fim, aliados às limitações e grandes níveis de rejeição de produtos referidos acima, a AR depara-se com os problemas típicos de qualquer indústria, como avarias das máquinas ou manutenção, que leva a falhas na produção, mas também a elevadas taxas de incumprimento do plano que poderiam ser evitadas.

Semanalmente, o Planeamento, juntamente com a Produção, valida os planos de fabrico à sexta-feira, a fim de serem cumpridos na semana seguinte e tal é estabelecido e acordado por ambas as partes. Todavia, na maioria das vezes, este não é cumprido pelas as mais variadas ocorrências, desde falta de recursos a avarias nas máquinas. Para culminar, não existem registos nem históricos dos planos de fabrico passados, das suas taxas de incumprimento e respetivas causas, das taxas de rejeição por parte da Qualidade, das encomendas realizadas pelos clientes e das falhas e das suas razões nas entregas daquelas.

Isto leva a que não haja dados que a empresa possa analisar de forma a perceber quais as causas deste incumprimento, tanto no plano como no nível de serviço ao cliente, e, por isso, não tenha informação para que possa prever e antecipar os problemas de forma a reduzi-los ou mesmo eliminá-los. Deste modo, o Planeamento fica impossibilitado de prever aquilo que não vai ser cumprido e não poderá adaptar-se a este nível de incumprimento da Produção - não consegue ter uma estimativa coerente da realidade da fábrica e dos seus históricos; além do mais, não consegue fazer um estudo a médio/longo prazo daquilo que é a procura do cliente para se poder preparar para encomendas futuras e conseguir cumprir com os níveis de serviço estabelecidos.

A falta de registos e históricos condiciona toda a previsão que podia ser feita pelo planeamento, desde a compra de MP à preparação do PA para cobrir as encomendas dos clientes e manter os SM, mas também encurta a visão que devia ser a médio e longo prazo para uma gestão a curto

prazo, pela incapacidade de verificar e analisar os erros passados e atuais e tentar implementar medidas que contradigam esta tendência no futuro.

Além disso, há uma grande diferença de valores de inventário real e aquele que existe no *Baan*, levando a que as faltas ou excessos de material sejam frequentes, o que acarreta grandes erros aquando da verificação das estruturas de materiais o que condiciona todas as fases de produção posteriores ao erro de *stock*.

Existem, assim, diversas restrições e limitações que condicionam o planeamento tático da AR e o objetivo proposto foi o de melhorar o processo de planeamento através da observação daquilo que é a sua situação atual, e a proposta e a aplicação de melhorias que fossem as mais ajustadas e eficientes dada a realidade atual da empresa.

Para uma correta compreensão do processo de planeamento tático da empresa, procedeu-se a observação direta do trabalho diário do planeador de componentes, da fábrica de Lourosa, pois é este que realiza o planeamento primário daquelas que são as bases para os diferentes produtos finais da AR.

4 Metodologia

4.1 Comparação entre abordagens

Para entendermos o processo de pesquisa no seu todo é muito importante perceber como é concebida o tipo de investigação a ser realizada.

Segundo Maxwell (2016) existem dois tipos de *design* para conceber uma pesquisa. Através dos vários trabalhos em conceção de investigação (*Research Design*) algumas pesquisas podem ser entendidas como “fixas”, onde ocorrem tratamentos standard para as condições e os métodos a serem usados ao longo da investigação. Outras que não seguem tipologias ou normas rigorosas têm a capacidade de serem flexíveis e mutáveis, dando o exemplo da pesquisa qualitativa que abaixo iremos abordar.

Vaus (2001) distingue dois tipos possíveis de conceção de uma investigação através das duas perguntas iniciais que um investigador faz: O que é que se passa? E porque é que se passa? As respostas às duas perguntas dão azo aos dois tipos de investigação: Investigação Descritiva e Investigação Explicativa.

Já Walliman (2011) identifica vários tipos de investigação além dos dois acima referidos como o Cultural, Histórica e Comportamental.

Para um foco mais conciso Ritchie & Lewis (2003) definem apenas quatro tipos de investigação mais importantes:

- A Descritiva é usada para descrever o estado atual de determinada situação ou fenómeno com a ajuda de perguntas como: Quem? O quê? Quando? Onde? e Como?
Com estas informações é possível obter recomendações e fazer análise detalhadas, mas não é possível ter respostas concretas ou resultados efetivos porque maior parte desta investigação apenas usa métodos de observação;
- A Explicativa é usada para medir o impacto de determinada mudança irá causar em normas ou aspetos existentes. Ou seja, estuda um fenómeno mediante condições do tipo: “Se X, então Y.”. A estes estudos chamamos de casualidades que, apesar de nos darem resultados determinantes, eles não podem ser provados que as variáveis estejam necessariamente relacionadas;
- A Exploratória é tipicamente usada quando há poucos estudos ou mesmo nenhum sobre o problema que é investigado. O objetivo passa por tentar ganhar as primeiras noções e perceção quando a investigação está num estado inicial e pode ajudar a criar prioridades para a mesma.
- A Correlacional, como o próprio nome indica, investiga se há ou não correlações entre duas variáveis, ou seja, podemos dizer que estuda se uma alteração numa variável altera outra variável. As correlações podem ser: positiva (comportamento comum para as duas variáveis), negativa (comportamento inverso nas duas) e pode não haver correlação. Estudos destes podem prever resultados, mas não é possível provar a causalidade do fenómeno.

4.2 Métodos usados no Projeto

Numa única investigação é possível combinar vários tipos de investigação, isto porque um estudo pode ser abrangente a várias áreas de investigação e passar por diferentes fases de desenvolvimento. Para cada tipo de investigação diferentes métodos podem ser usados e como tal combinações de diferentes técnicas podem ser utilizadas numa só investigação (Maxwell, 2016).

Apesar das diferentes técnicas e normas específicas de cada método todos eles têm como objetivo obter dados, e estas, segundo Walliman (2011) podem ser divididas pela forma como foram obtidas e pelas suas características. A informação pode ser primária se for observada, experienciada ou gravada próxima do evento ou fenómeno a ser investigado. No caso de os dados serem obtidos de informações primárias estas são chamadas de secundárias, isto porque se baseiam apenas em dados que reportaram o evento e não no evento em si.

Os dados primários são divididos em quatro tipos:

- A. Medição: onde há recolha de números e se interpretam resultados pelas quantidades;
- B. Observação: registos de eventos, fenómenos ou situações experienciadas pelo próprio investigador com possível ajuda de instrumentos como câmaras e gravadores;
- C. Interrogação: dados recolhidos por questões ou entrevistas a pessoas;
- D. Participação: dados recolhidos através da experiência do investigador em fazer as coisas ou a passar pelas situações ou fenómenos de estudo.

Para Hox & Boeijs (2005) a principal diferença entre os dados primários e secundários, além da fiabilidade e coerência inferida nos primeiros, é a perda da experiência e do conhecimento associado à vivência direta de determinado evento, ao longo de uma investigação que interage de perto com o fenómeno estudado. Apesar disso, os dados secundários, que muitas das vezes estão em forma escrita permitem que outras investigações sejam feitas de uma forma muito mais rápida e eficaz, porque maior parte desses dados são adquiridos de forma gratuita e com um selo de garantia, uma vez que foram realizados por investigadores reconhecidos e acreditados por jornais científicos, por exemplo.

As características dos dados podem ser duas, qualitativa ou quantitativa. Para Steckler, Mcleroy, Goodman, & McCormick (1992) os dados quantitativos usam métodos científicos como a análise estatística para o estudo maioritário de fenómenos sociais para determinar a relação causa-efeito de variáveis. Para o efeito são realizados recolha de dados por amostras de população de forma a proceder o estudo, sendo que os investigadores se distanciam o mais possível dos participantes de forma a obter respostas mais objetivas e menos condicionadas.

Os dados podem ser qualitativos, quando se aplica métodos antropológicos para estudos sociais. Para isso, os investigadores exploram determinada cultura através da observação das pessoas e as suas interações, da sua participação nas diferentes atividades inerentes à mesma, pela construção de casos de estudo e análise de documentos existentes. Deste modo, é possível ter uma perceção interna daquilo que está a ser estudado e ao mesmo tempo, verificar como é que determinado evento funciona como é que pode ser melhorado.

Yin (2014) apresenta um método qualitativo de Caso de Estudo como uma forma de investigação para estudos onde não há grande controlo do fenómeno e este é Contemporâneo, ou seja, o estudo é aplicado a um caso único num contexto real. Os casos podem ser desde o estudo de processos a decisões, pessoas ou mesmo atividades.

Estes tipos de casos têm em comum o facto dos limites do fenómeno e do contexto não serem evidentes e as variáveis e incertezas do mesmo serem mais do que os dados existentes para a investigação.

O objetivo deste método é desenhar o caso de estudo e recolher, seleccionar e analisar os dados que permitam sustentar o mesmo, tendo em conta o grande desconhecimento do mesmo e a sua particularidade.

Para Voss et al. (2002) os dados podem ser recolhidos por observação direta, entrevistas ou qualquer tipo de fonte que seja relevante. O autor defende que deve haver um processo iterativo com a recolha e análise de diferentes tipos de dados, entrevistas e criação de soluções/conclusões. A repetição deste método dá origem a melhorias ou inovações das conclusões retiradas anteriormente.

A escolha deste tipo de estudo está bastante presente nas empresas e nos seus processos e distingue-se dos estudos estatísticos, que não estão preparados para casos únicos sem dados suficientes para um estudo Qualitativo.

4.3 Conceção e métodos aplicados

Para a conceção deste projeto de investigação foram usados dois tipos de método. O Descritivo, porque todo o processo de planeamento tático não estava explicado em nenhum formato físico ou digital e dependia apenas da explicação e experiência do planeador sobre a forma como era realizado. Esta metodologia é importante para a recolha de dados e informação e para um desenho e de um processo que até agora não estava explicitado.

O segundo tipo foi o método de Caso de Estudo porque, para a necessidade de melhorar um sistema num contexto que não é evidente, e devido à falta de informações e estudos prévios sobre a mesma, este é o método que mais se adequa para um caso tão particular de uma empresa e para uma recolha de dados eficaz. Neste caso, a metodologia é importante para a forma como os dados recolhidos são tratados e a proposta de soluções e possíveis melhorias são expostas, considerando a contextualização única da AR.

Os métodos usados foram variando ao longo das fases previstas para este projeto, de forma a que fossem o mais ajustados possível à investigação. A primeira fase teve como objetivo mapear a situação atual de forma a perceber o funcionamento do processo e quais as diferentes atividades e tempos nelas despendidos. Por este motivo foram efetuadas entrevistas abertas e feita observação direta, métodos utilizados para melhores resultados no mapeamento e normalização daquilo que é a situação inicial do planeamento. Com as entrevistas foi possível perceber tanto a forma real de realização de todo o processo como também as maiores dificuldades, as regras informais e as técnicas nas diferentes tarefas, possibilitando o foco naquilo que era mais crítico. A observação ajuda a ter uma perspetiva próxima e sem os ‘vícios’ de quem está já muito entrosado na realidade, o que poderá levar deturpações aquando da explicação teórica da mesma, além de nos permitir verificar aquilo que é omitido e os erros ou possíveis ineficiências, que ocorrem de forma inconsciente mas estão visíveis aos olhos de terceiros.

Numa segunda fase, após o mapeamento do processo, foram usados métodos de observação e participação nas tarefas do planeamento que viriam a ser melhoradas, de modo a poder ter um conhecimento mais aprofundado das diferentes atividades. Através da participação foi possível conhecer melhor as mais agudas dificuldades e ineficiências do processo e, assim, conseguir

descrever o modelo e a ferramenta da situação inicial, ao mesmo tempo que se pode decidir quais as áreas que mais necessitavam de uma intervenção para possível melhoria. Depois de identificadas, foram realizadas melhorias efetivas e criados novos modelos e ferramentas para a situação atual do planeamento.

A terceira fase voltou a usar os mesmos métodos que a primeira, com o objetivo de mapear novamente o processo e verificar as novas tarefas e os novos tempos necessários para as cumprir. Através da observação, foi possível verificar o esforço, o tempo e as ineficiências do novo método para a situação atual do planeamento. A entrevista aberta serviu para verificar a aceitação e adaptação do planeador à nova realidade e, nesta medida, obter um feedback mais exato sobre a usabilidade e facilidade de trabalho oferecidas pelos novos modelo e ferramenta aplicados.

5 Levantamento da Situação Inicial, identificação de Medidas de Melhoria e apresentação de Resultados

Para uma correta compreensão dos processos à frente abordados (SA, Bases e Decorativos), os mesmos foram mapeados inicialmente, através de observação direta, de participação e de entrevista aberta, antes do início da descrição de cada um que veremos neste capítulo. Assim recomenda-se que se verifique os anexos A, B e C antes de ler os processos da situação inicial de cada um destes processos, respetivamente.

5.1 Planeamento de Semi-Acabados

5.1.1 Situação inicial

Processo e Cálculo:

Pelo facto do processo de produção até ao SA ser por MTS a AR calcula para as diferentes famílias, individualmente, a quantidade a planear das necessidades para a semana N+1 através do *stock* físico (SF) em armazém, *stock* encomendado (SE) e o *stock* reservado (SR), que apesar de existir fisicamente já está alocado para determinadas necessidades já contempladas. Desta forma, com estes três dados é possível efetuar o cálculo do *stock* previsto (SP) de cada artigo para a semana em questão através da seguinte fórmula:

$$SP = SF + SE - SR$$

Os valores negativos resultantes deste cálculo correspondem a quantidades, em m2, de artigos que faltam para que as necessidades de pedidos de clientes sejam satisfeitas. Sendo que os restantes valores positivos de SP podem, ou não, corresponder a quantidades necessárias para repor *stock*, como veremos de seguida.

Por esta razão, os valores negativos são uma prioridade de resolução e o planeador tem como objetivo cobrir estas quantidades em falta obtidas pelo cálculo supra. Só depois das necessidades para entrega a clientes serem satisfeitas (valor negativo) é que o foco passa para a reposição de *stock* (valor positivo), sendo que o método é igual para ambos.

Com os valores de SP obtidos o planeador tem uma forma de calcular as quantidades necessárias para o SeF:

- através do SM;

Para algumas famílias de artigos a AR já definiu SM que prevê determinadas variáveis como avarias ou possíveis rejeições de produto. Estabelece, assim, a quantidade necessária de *stock* para a cobertura de segurança, de forma a evitar roturas de *stock* para a produção de PA e ao mesmo tempo cumprir com os níveis de serviço nas entregas de encomendas assumidos pela AR na venda dos seus diferentes produtos.

Pelo facto de apenas algumas famílias terem SM definido os restantes artigos que não tenham este valor definido pela AR são tratados de forma diferente e, por essa razão, são repostas as quantidades apenas quando o valor em falta é negativo, ou seja, para cobrir encomendas de clientes, sem que nunca haja reposição de *stock* desses materiais.

Depois de determinado o SM o planeador obtém o SeF, mediante família em análise, das seguintes maneiras:

$SeF = SP - SM$ No caso de estarem estabelecidos SM.

OU

$SeF = - SP$ No caso de não estarem estabelecidos SM.

Ao verificar as quantidades negativas de SeF, o planeador tem de decidir quais destas são suficientemente significativas para que seja compensatório a sua produção, dado que há limites mínimos de quantidades uma vez que cada SA necessita de um *setup* da máquina para a sua produção. Por questões de eficiência das mesmas, é estabelecido um valor pela produção.

Os SA têm como base blocos e várias camadas de diferentes características, tamanhos e espessuras e, por esta razão diferentes famílias têm diferentes múltiplos de produção, de acordo com os blocos e componentes usados.

Depois de definidas as quantidades a serem produzidas o planeador regista as OF, sendo que antes verifica se há componentes para a produção de cada SA individualmente. Regra geral os componentes mais críticos desta verificação são as Bases, os Decorativos, e as Tintas caso estes sejam artigos pintados

Cada artigo é alocado a uma determinada máquina pelo que se verifica a capacidade da mesma. Dada a limitação das máquinas, no caso de não ser possível produzir todas as quantidades assinaladas de SeF, o planeador verifica quais as prioridades para a semana de acordo com a criticidade de produção. Esta sensibilidade parte da experiência do planeador que tem como base o conhecimento dos produtos com elevado risco de rotura, da categoria a que pertencem e das regras que ditam que as encomendas a clientes devem ser tratadas em primeiro lugar e que só depois é que devem ser repostos os *stocks*.

Ferramenta:

Para o cálculo da quantidade a produzir para repor os diferentes SeF dos artigos, o planeador exporta, família a família, uma *querie* do ERP onde converte o ficheiro texto em ficheiro *excel*.

A *querie* em questão permite ao planeador calcular o SP, acrescentando uma coluna à direita e aplicando a fórmula explicada acima: $SP = SF + SE - SR$ (Figura 8)

Ao realizar o cálculo, a coluna com os diferentes valores de SP é organizada de forma crescente para permitir verificar as quantidades negativas, das maiores às menores, isto porque os valores negativos serão a prioridade do planeador, correspondendo à quantidade em falta de cada artigo para cobrir necessidades de encomendas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Artigo	Stock s	Stock físico	Stock por en	Stock reserv	Armaz	Armaz	Códig	Cód. av	Fam. al	Descriç	Stock n	Stock Previsti
2	BOM00L16201ZZZ	0	15254,9992	0	128294,5759	L10	S51			F31001	SAPB 00 U	1E+09	=C2+D2-E2
3	B0G00Z16211ZZZ	0	25590,406	0	67967,651	L10	S51			F31001	SAPB 00 X	1E+09	-42377
4	B0G00L16211ZZZ	0	11027,3206	0	41834,1378	L10	S51			F31001	SAPB 00 E	1E+09	-30807
5	B0Z31J96211ZZZ	0	6997,4918	1	13505,1864	L08	L10			F11001	SADec 31	1E+09	-6507
6	B0M00Z96225ZZZ	0	4202,9334	1	8057,78	L10	L10			F31001	SAPB 00 S	1E+09	-3854
7	B0M00L18201ZZZ	0	10309,7061	0	13251,3378	L10	S51			F31001	SAPB 00 U	1E+09	-2942
8	B0G00Z96255ZZZ	0	4140,1848	0	6489,9368	L10	L10			F31001	SAPB 00 X	1E+09	-2350
9	B0A02S96Z38ZZZ	0	0	2	2020	L10	L10			F31001	SAPB 02 A	1E+09	-2018
10	B0Z49J96Z08ZZZ	0	2335,8452	0	4090,2111	L08	S50			F11001	SADec 49	1E+09	-1754
11	B0A01S96Z38ZZZ	0	0	1	1626,3362	L10	L10			F31001	SAPB 01 A	1E+09	-1625
12	B0M00Z96Z30ZZZ	0	4601,7642	1	6213,0958	L10	L10			F31001	SAPB 00 S	1E+09	-1610
13	B0Z42J96Z08ZZZ	0	1081,7431	2	2562,7255	L08	L10			F11001	SADec 42	1E+09	-1479
14	B0Z23J96Z08ZZZ	0	2074,3836	1	3478,523	L08	L10			F11001	SADec 23	1E+09	-1403
15	B0Z44M16Z08ZZZ	0	497,3732	0	1614,3204	L08	S50			F11001	SADec 44	1E+09	-1117

Figura 8 – Query com cálculo do SP

Sabida a quantidade a ser produzida para cobrir as encomendas, falta saber quais as restantes quantidades para repor o *stock* desses mesmos artigos e dos restantes cujo o SeF exista.

De acordo com o explicado anteriormente, só as famílias com SM definido é que têm esta análise. Assim, para esta verificação, o planeador consulta o *Baan* de forma a perceber quais os SM de cada artigo (Figura 9) individualmente, e efetua o cálculo com o auxílio da calculadora de forma a obter o SeF.

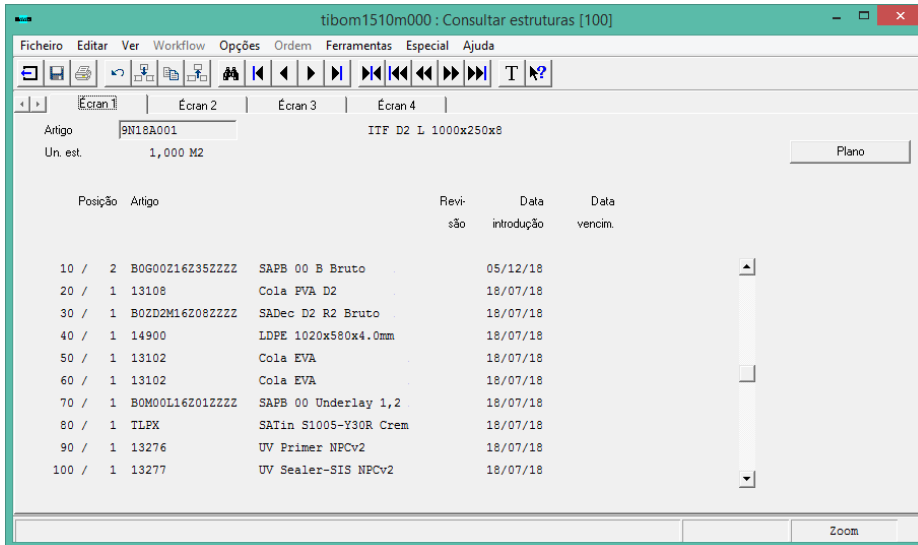
Dados de stocks				Dados de stocks	
Conjunto de unidades	AREA	Conj. p	Método de previsão		
Unidade de stock	M2	Metro quad	Stock físico	529,7893	
Unidade armazenamento	PL	Placa	Stock bloqueado	0,0000	
Armazém	S51	Armazem AF	Stock por encomenda	0,0000	
Lotes	Não aplicável		Stock reservado	0,0000	
Prioridade outbound	Por localização		Atribuição de ofertas	0,0000	
Período vencim. stock	Não aplicável		Stock previsto	529,7893	
Núm. períodos vencim.	0		Último movimento stock	16/04/19	
Stock picking	Não		Data última recontagem	17/11/18	
Nível de serviço	[%]	0	Entrega acumulada	13266,2063	
Stock de segurança	400,0000		Código ABC		
Stock máximo	400,0000		Percentag. rotação	[%]	0
Mod. saz. stock seg.			Custos de stock	0,0000	
Mod. sazonal. procura			Consumo anual previsto	0,0000	

Figura 9 – Características de um artigo no Baan

Calculados os SeF pelas duas formas possíveis, cabe ao planeador, uma vez mais com base na experiência, definir quais as quantidades exatas a produzir, família a família, tendo em conta os múltiplos de palete e as características das bases usadas para o SA.

Logo após estas decisões, é realizado uma análise individual das estruturas de materiais (Figura 10) no ERP para verificar que existem Bases e Decorativos suficientes para a produção do SA, isto por serem os dois únicos componentes das diferentes estruturas que requerem maior cuidado e cuja falta pode causar grandes constrangimentos. As quantidades estão sempre em

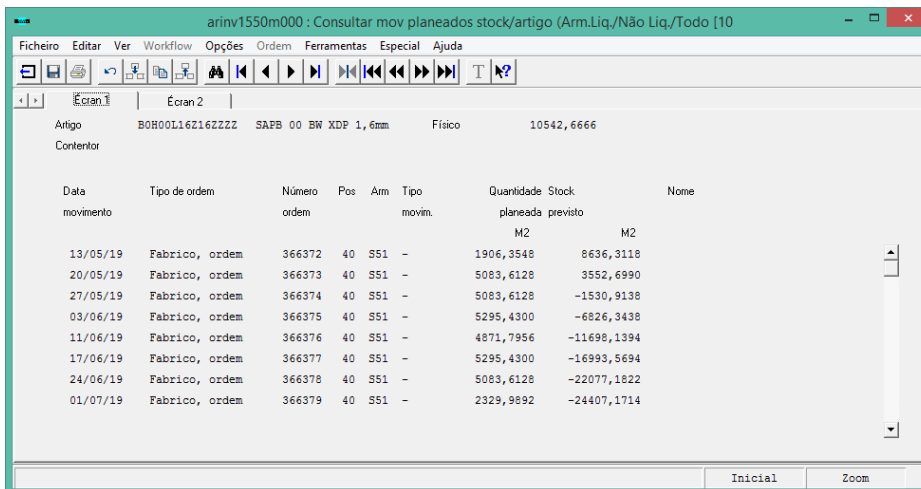
m2 pelo que cada m2 de um componente ou MP corresponde a 1 m2 do SA, por isso esta análise não necessita de conversões de quantidades.



Posição	Artigo	Revisão	Data introdução	Data vencim.
10 / 2	B0G00Z16Z35ZZZZ	SAPB 00 B Bruto	05/12/18	
20 / 1	13108	Cola FVA D2	18/07/18	
30 / 1	B0ZD2M16Z08ZZZZ	SADec D2 R2 Bruto	18/07/18	
40 / 1	14900	LDPE 1020x580x4.0mm	18/07/18	
50 / 1	13102	Cola EVA	18/07/18	
60 / 1	13102	Cola EVA	18/07/18	
70 / 1	B0M00L16Z01ZZZZ	SAPB 00 Underlay 1,2	18/07/18	
80 / 1	TLPX	SATin S1005-Y30R Crem	18/07/18	
90 / 1	13276	UV Primer NPCv2	18/07/18	
100 / 1	13277	UV Sealer-SIS NPCv2	18/07/18	

Figura 10 - Estrutura de Materias no Baan

Esta análise requer muito tempo despendido, uma vez que o planeador terá de verificar também as quantidades e as datas dos movimentos planeados de cada base e de cada decorativo (Figura 11) individualmente, duplicando outra vez o tempo que requer a análise individual de cada SA que necessita de ser produzido.



Data movimento	Tipo de ordem	Número ordem	Pos	Arm	Tipo movim.	Quantidade planeada	Stock previsto	Nome
13/05/19	Fabrico, ordem	366372	40	S51	-	1906,3548	8636,3118	M2
20/05/19	Fabrico, ordem	366373	40	S51	-	5083,6128	3552,6990	M2
27/05/19	Fabrico, ordem	366374	40	S51	-	5083,6128	-1530,9138	M2
03/06/19	Fabrico, ordem	366375	40	S51	-	5295,4300	-6826,3438	M2
11/06/19	Fabrico, ordem	366376	40	S51	-	4871,7956	-11698,1394	M2
17/06/19	Fabrico, ordem	366377	40	S51	-	5295,4300	-16993,5694	M2
24/06/19	Fabrico, ordem	366378	40	S51	-	5083,6128	-22077,1822	M2
01/07/19	Fabrico, ordem	366379	40	S51	-	2329,9892	-24407,1714	M2

Figura 11 - Quantidades e Movimentos Planeados de um Decorativo no Baan

Definidos os SeF com as conversões adequadas conferidas, resta ao planeador efetuar o registo das OF no *Baan* como é demonstrado na Figura 12.





Ordem	Proj.	Artigo	Arm	Quantidade	Un.	Datent.
101044		B0Z21L96Z08ZZZ	SADec 21 R1 Br S06	16000,0000	PL	17/09/99
101073		B0J00Z96Z70ZZZZ	SAPB 00 XB-ARL S10	20000,0000	M2	07/10/99
101082		B0Z21L96Z08ZZZZ	SADec 21 R1 Br S06	12000,0000	PL	30/09/99
101093		B0J00Z96Z32ZZZZ	SAPB 00 XB Bru S10	30000,0000	M2	15/10/99

Figura 12 - Registo de OF no Baan

Ao longo deste registo no ERP o planeador vai verificando, mediante conhecimentos das máquinas em que os artigos registados estão a ser alocados, qual a sua capacidade de ocupação, após um registo substancial, que lhe pareça acercar-se da capacidade máxima da máquina. Isto é, o planeador tem a sensibilidade da alocação dos artigos nas máquinas e uma perceção de qual é a capacidade máxima de cada uma, pelo que através da sua experiência calcula mentalmente a ocupação da mesma à medida que vai registando as OF. Quando lhe parece estar a chegar ao limite, consulta a carga da máquina como se verifica na Figura 13.

rtisfc140701000 - bwprint

File View Help



0 Courier New Regular 14

Data : 14/05/19 [14:00] CARGA SEMANAL POR MÁQUINA Página : 1
AMORIM REVESTIMENTOS, SA Companhia : 100

Máquina : I071 Inaes 1 S = Pode iniciar a operação

Data fabrico	Pot dia	Ctr tr.	De	A	Ordem	Artigo	Oper.	Quantidade planeada	Tempo fabrico	Percetg. carga	
13/05/19	0	I07			I08	273553	E1800Z16Z50ZZZZ	SAPL 00 Subertech Eco	1220x600x5.0	10 S 15000,0000	12,2500 11,33
13/05/19	27	I07			I11	273549	B0G00Z96Z32ZZZZ	SAPB 00 B Bruto	900x600x3.5	20 S 11487,6000	6,8926 6,38
Subtotal semana								:	26487,6000	19,1426*	17,71*
Total máquina								:	26487,6000	19,1426	

Figura 13 - Capacidade da máquina no Baan

Com esta análise e capacidades adquiridas ao longo da experiência de trabalho, o planeador faz a gestão das OF que devem ou não ser criadas mediante fatores como as categorias (A,B,C...), os níveis de serviço correspondentes e as operações subjacentes à produção do SA em questão, isto porque estas condicionam o tempo de fabrico do artigo.

Como não existem históricos de produção nem registos entre as operações dos artigos é impossível para o planeador verificar, de uma forma concreta e factual, quais os riscos de rotura de componentes e bases. Tal fica a dever-se ao facto de não haver uma visão, em tempo real,

do estado operacional das OF's registadas. Este só é dado como completa no final das eventuais diferentes operações, levando a que só no momento do *backflush* é que se contemple a data de término, assim como a percentagem de execução da mesma.

Estes dois fatores levam a que não haja uma perceção daquelas que são as reais capacidades da empresa em termos produtivos nem qual o resultado a médio e longo prazo no fabrico dos diferentes artigos em execução. Para um planeamento tático semanal, é necessária uma perceção temporal mais alargada daquilo que é o desempenho da empresa, tanto no passado como no futuro, para que se possa precaver e adaptar à realidade. Faltando históricos e registos, o planeador fica impossibilitado de aceder a um quadro realista a respeito do que a fábrica é capaz. Mais ainda, está-lhe vedado o acesso a informações sobre as quantidades e sobre os artigos com maior necessidade de serem produzidos, isto porque não consegue contemplar os estados de operações das diferentes OF's que muitas vezes têm *lead-times* superiores a uma semana. Para um planeamento semanal, torna-se impossível o uso desta informação.

5.1.2 Situação melhorada

Após a análise da situação inicial de planeamento da AR, os pontos mais importantes retirados são a ineficiência do método utilizado, a inexistência de normas e procedimentos, a dependência na experiência e conhecimento da pessoa responsável pelo mesmo e, dessa forma, a grande probabilidade de existência de erro humano. Todas estas razões, juntamente com o facto de não haver históricos de planeamento e produção e com a falta de registos das operações, levam a que os dados sejam de pouca fiabilidade e que não representem a realidade efetiva.

O trabalho começou por testar algumas metodologias e processos numa única família e melhorá-los, para depois serem aplicados às restantes famílias e, deste modo, a organizar o trabalho da melhor maneira e a estandardizar o processo.

Processo e cálculo:

O modelo da situação melhorada, atualmente utilizado pela AR, aparece após uma análise exaustiva daqueles que são os pontos de possível melhoria do processo utilizado até então. Depreendeu-se que as grandes alterações para aumentar a eficácia e eficiência do processo dependiam essencialmente da ferramenta e da metodologia utilizadas para tal.

No momento de cálculo do SP, o método verificou-se o mais correto. Se o sistema informático estiver de acordo com o *stock* físico efetivo, o cálculo dará a resposta mais acertada através das variáveis SR, SE e SF.

Determinou-se então que agora, para os valores de SP obtidos, o planeador tem duas formas de calcular as quantidades necessárias para o SeF

- através do SM;
- através do consumo médio (CM);

Para as restantes famílias que ainda não têm definidos SM, o planeador verifica os históricos de consumos e calcula um CM para a cobertura que deseja para determinada família. Dada a falta de registos e históricos, os consumos de cada artigo foram os dados mais apropriados para um cálculo mais realista possível daquilo que serão as quantidades de SeF.

Atualmente não está estipulado nenhum período de verificação de históricos de consumos pelo que parte da experiência e conhecimento do planeador escolher quantos e quais meses irá usar para calcular a média, mediante o tipo de produto e a sua estrutura e características. Após o cálculo da quantidade média mensal, ajusta a mesma mediante a cobertura desejada a cumprir, o que é demonstrado abaixo.

Depois de determinado o SM ou o CM, consoante a família em análise, o planeador obtém o SeF das seguintes maneiras:

$$\text{SeF} = \text{SP} - \text{SM}$$

OU

$$\text{SeF} = \text{SP} - \text{CM}$$

Acrescentaram-se, então, ao modelo inicial, de forma a perceber automaticamente qual a cobertura atual e efetiva, duas fórmulas que nos dão o valor da cobertura antes e depois do SeF ser registado como OF.

Cobertura atual (CA):

$$\text{CA} = \text{SP} / \text{CM}$$

Cobertura Efetiva (CE):

$$\text{CE} = (\text{SP} + \text{SeF}) / \text{CM}$$

Ou no caso de já haver SM definidos:

$$\text{CA} = \text{SP} / \text{SM}$$

$$\text{CE} = (\text{SP} + \text{SeF}) / \text{SM}$$

É necessário ter em atenção que para que esta fórmula resulte, o CM ou SM têm de estar em concordância com a cobertura pretendida para determinada família, isto porque estes dois valores são calculados para um mês. Ou seja, de forma exemplificativa, se quisermos que determinada família tenha uma cobertura de três semanas teremos de realizar a seguinte alteração às quantidades dadas pelo ERP da seguinte maneira:

$$\text{SM 3 semanas} = \text{SM} / 4 \times 3$$

Ou

$$\text{CM 3 semanas} = \text{CM} / 4 \times 3$$

Ferramenta:

A exportação da *querie* usada para o cálculo do SP manteve-se, mas passou a ser apenas um documento de suporte. Foi criado um ficheiro-mãe (Figura 14) onde toda a análise acontece agora. As informações obtidas no documento de suporte foram passadas para uma tabela dinâmica (colunas a cinza) com a seguinte forma:

Artigos	Stock Previs	Stock Máximo	Produção Sugerida semana 11	Produção Efetiva semana 11	Cobertura atual(mês)	Cobertura Efetiva
F4ZL7Z16Z323ZZZ	690,3905	400	-290		1,7	1,7
F4ZN9Z16Z323ZZZ	746,1697	2900	2154		0,3	0,3
F4ZQ0Z16Z323ZZZ	3467,6406	1600	-1868		2,2	2,2
F4ZQ1Z16Z323ZZZ	292,5423	1200	907		0,2	0,2
F4ZQ3Z16Z323ZZZ	563,8226	500	-64		1,1	1,1
F4ZR1Z16Z323ZZZ	2221,1616	1600	-621		1,4	1,4
F4ZR4Z16Z323ZZZ	-2558,1588	2100	4658		-1,2	-1,2
F4ZR7Z16Z323ZZZ	110,6093	400	289		0,3	0,3
F4ZT7Z16Z323ZZZ	800,8804	900	99		0,9	0,9
F4ZU4Z16Z323ZZZ	905,986	600	-306		1,5	1,5
F4ZV3Z16Z323ZZZ	118,9062	400	281		0,3	0,3
F4ZV7Z16Z323ZZZ	644,0575	400	-744		1,6	1,6

Figura 14 - Ficheiro-mãe do planeamento de SA

Por esta via, é possível libertar o planeador do cálculo semanal do SP, ao automatizar o cálculo no documento de suporte, sendo apenas necessário que este proceda a estas ações: atualize a *querie* ao exportar do ERP e simplesmente transporte, substituindo no ficheiro *excel*, a informação da semana em análise. Ao mesmo tempo, o trabalho é organizado de uma forma muito mais fiável e será possível ter um histórico do planeamento por semana para consulta a qualquer momento.

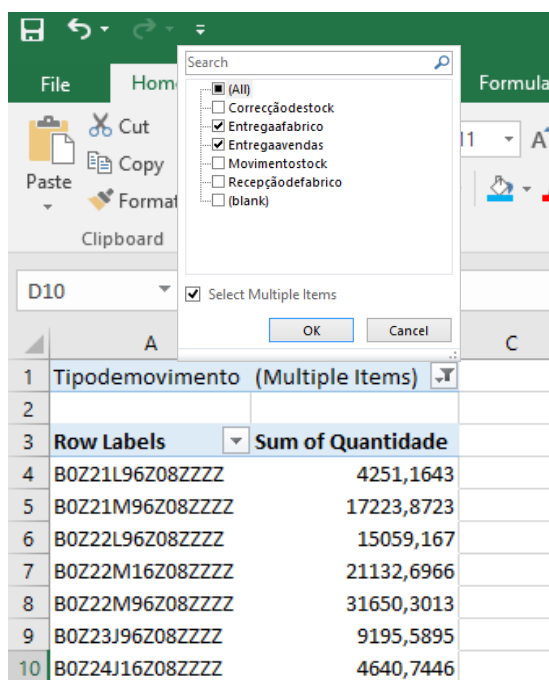
Depois de criada a tabela foram inseridas colunas à direita da mesma (colunas a azul), sendo que a primeira coluna pode tanto representar o SM ou o CM mediante o método a ser utilizado em determinada família.

Para que a restante tabela seja também automatizada, foi criada uma folha de suporte com uma *querie* retirada do ERP, que dá informação dos SM de todas as famílias e artigos. Com o objetivo de fazer ligação ao ficheiro-mãe, foi aplicada uma função de VLOOKUP na coluna de SM do ficheiro-mãe que faz a correspondência entre os artigos presentes na primeira coluna com os SM do ficheiro de suporte, a mesma está demonstrada na Figura 15.

Artigos	Stock Previs	Stock Máximo	Produção Sugerida semana 11	Produção Efetiva semana 11	Cobertura atual(mês)	Cobertura Efetiva
F4ZL7Z16Z323ZZZ	690,3905	=VLOOKUP(A4;'Stock Máximos'!A2:H1019;3;FALSE)	-290		1,7	1,7
F4ZN9Z16Z323ZZZ	746,1697	=VLOOKUP(A5;'Stock Máximos'!A2:H1019;3;FALSE)	2154		0,3	0,3
F4ZQ0Z16Z323ZZZ	3467,6406	1600	-1868		2,2	2,2
F4ZQ1Z16Z323ZZZ	292,5423	1200	907		0,2	0,2
F4ZQ3Z16Z323ZZZ	563,8226	500	-64		1,1	1,1
F4ZR1Z16Z323ZZZ	2221,1616	1600	-621		1,4	1,4
F4ZR4Z16Z323ZZZ	-2558,1588	2100	4658		-1,2	-1,2

Figura 15 - Função VLOOKUP no ficheiro-mãe

O mesmo método foi aplicado para as famílias de artigos que utilizam os CM como base de cálculo de SeF. A única alteração foi a *querie* usada e o facto de ser necessário ter de criar uma tabela dinâmica adicional (Figura 16).



Tipodemovimento	Sum of Quantidade
B0Z21L96Z08ZZZZ	4251,1643
B0Z21M96Z08ZZZZ	17223,8723
B0Z22L96Z08ZZZZ	15059,167
B0Z22M16Z08ZZZZ	21132,6966
B0Z22M96Z08ZZZZ	31650,3013
B0Z23J96Z08ZZZZ	9195,5895
B0Z24J16Z08ZZZZ	4640,7446

Figura 16 - Tabela Dinâmica para os CM

Como a única possibilidade de obter os consumos em forma de tabela é através dos movimentos planeados dos artigos em determinado espaço de tempo, sendo este espectro selecionado de acordo com as necessidades e escolhas do planeador, os movimentos de entradas e saídas são diversos e repetidos por um mesmo artigo.

Assim, a tabela dinâmica cria a possibilidade de organizar o ficheiro por artigo e fazer o somatório das quantidades de entrega a fabrico e entrega a vendas, filtrando os consumos dos mesmos perante os restantes movimentos que não interessam para o cálculo.

Depois deste passo, o procedimento através do VLOOKUP repete-se conforme o que foi feito com as famílias que são calculadas através do SM.

Com a ajuda destes dois procedimentos, o planeador deixa de verificar semanalmente e manualmente os SM família a família, e passa a atualizar os dois ficheiros de suporte com apenas a exportação das duas *queries* em questão. Esta atualização, além de ser muito mais prática e com menor probabilidade de erro humano, abrange todas as famílias e só será feita aquando da atualização dos valores de SM ou quando o planeador quiser atualizar o espaço temporal usado no cálculo do CM.

Mais importante ainda é o facto de agora ser possível repor o *stock* dos artigos que não têm SM definido e não apenas produzir para encomendas, conseguindo assim evitar possíveis falhas no cumprimento das necessidades do cliente

Para alimentar as restantes colunas do ficheiro-mãe, e estando as colunas dos artigos, SP e SM ou CM atualizadas, resta acrescentar nas restantes colunas as fórmulas referidas no modelo de planeamento (Figuras 17 e 18). Estando estas dependentes das primeiras colunas e automatizadas para o cálculo o SeF e as diferentes coberturas são sempre atualizadas ao mesmo tempo que as *queries* e tabelas dinâmicas até aqui faladas.

Artigos	Stock Previs	Stock Máximo	Stock em falta Semana 11	Produção Efetiva semana 11	Cobertura atual(mês)	Cobertura Efeti
F4ZL7Z16Z323ZZZ	690,3905	400	-290	2154	1,7	
F4ZN9Z16Z323ZZZ	746,1697	2900	2154		0,3	0,3

Figura 17 - Cálculo do CA

Artigos	Stock Previs	Stock Máximo	Stock em falta Semana 11	Produção Efetiva semana 11	Cobertura atual(mês)	Cobertura Efeti
F4ZL7Z16Z323ZZZ	690,3905	400	-290	2154	1,7	
F4ZN9Z16Z323ZZZ	746,1697	2900	2154		0,3	0,3
F4ZQ0Z16Z323ZZZ	3467,6406	1600	-1868		2,2	2,2
F4ZQ1Z16Z323ZZZ	292,5423	1200	907		0,2	0,2

Figura 18 - Cálculo do CE

Os alertas amarelos e vermelhos demonstrados nas figuras acima foram também colocados de forma a facilitar o trabalho do planeador na determinação de quais as coberturas mais críticas e, conseqüentemente, as quantidades mais importantes a serem repostas através das OF.

No caso de aviso amarelo, o planeador sabe que não tem quantidade suficiente em *stock* para a cobertura definida. Já os avisos vermelhos dão-lhe a indicação que não tem disponível quantidade suficiente para produzir para encomendas a clientes.

Mediante as capacidades das máquinas e as quantidades de componentes e bases existentes, o planeador atribui os valores escolhidos na produção efetiva de forma a reportar de uma melhor maneira e a obter registos fidedignos que possam ser consultados posteriormente. Assim, para melhorar a verificação das capacidades, foi implementada uma ferramenta descrita no ponto 5.4 de forma a eliminar esta tarefa que se verificava morosa e ineficiente.

O Anexo F apresenta o mapeamento da situação melhorada do planeamento de SA.

5.2 Planeamento de Bases

5.2.1 Situação Inicial

Processo e Cálculo:

Para o planeamento das Bases, o planeador verifica, artigo a artigo, o SF existente na semana em análise. Após verificação, o planeador consulta os consumos mensais desses mesmos artigos e, conforme indicação superior, calcula um CM, de maneira a que este valor corresponda à cobertura desejada pela direção.

Depois de calculados estes valores, procede-se ao cálculo do SeF da seguinte forma:

$$\text{SeF} = \text{SF} - \text{CM}$$

Como há uma grande visibilidade e espaço temporal entre aquilo que são os PA necessários e o fabrico das Bases correspondentes, não existe necessidade de verificar as MP necessárias para o fabrico das mesmas e, por isso, a consulta que havia de estruturas nos SA deixa de fazer sentido quando falamos em Bases.

O mesmo acontece aquando da verificação da capacidade das máquinas dado que esta é quase sempre a mesma, variando em valores residuais. Como se tratam de bases que são feitas em grandes quantidades o processo de análise de mínimos e múltiplos de produção da mesma deixa também de acontecer e baseia-se apenas em mínimos e múltiplos de 1000 m2.

Assim sendo, o planeamento das bases termina com o cálculo do SeF e com a validação dos mesmos por parte da produção, que apenas verifica se as quantidades pedidas estão conforme o equilíbrio dos Silos.

Ferramenta:

Para a verificação do SF das diferentes Bases o planeador recorre ao ERP e verifica, artigo a artigo os diferentes valores (Figura 19).

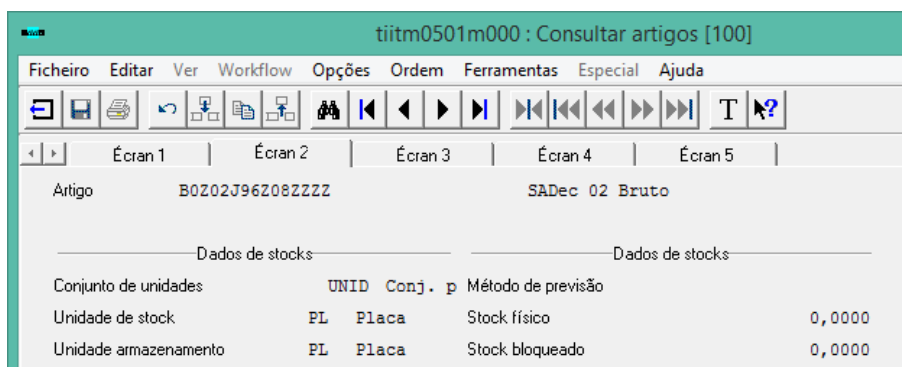


Figura 19 - SF de artigo no Baan

Depois de anotados os SF o planeador o planeador verifica o consumo do artigo mensal, conforme apresentado na Figura 20, através do Baan e, com a sua experiência e sensibilidade, define um período que ache mais adequado de forma a calcular o CM desse mesmo artigo sem qualquer tipo de regra em termos de espectro de tempo estudado ou forma de cálculo desse consumo.

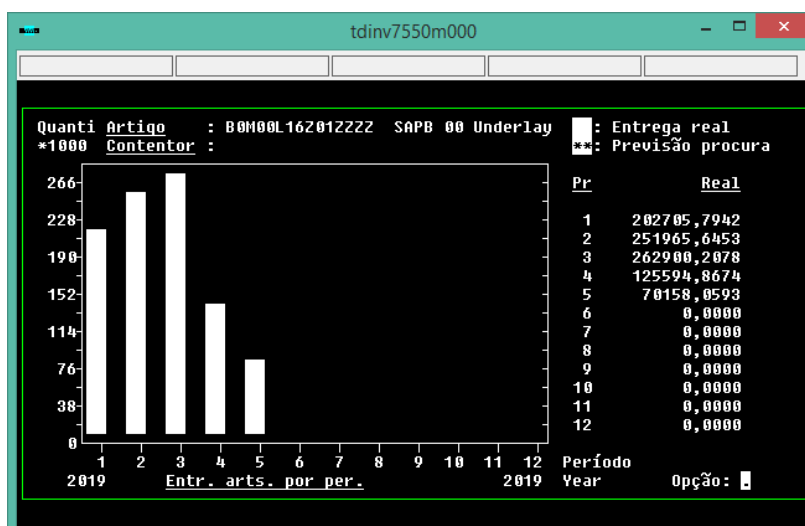


Figura 20 - Consumos Mensais de artigo no Baan

Depois de calculado o CM, o planeador calcula o SeF de cada artigo e tem em atenção os múltiplos e mínimos de produção, assim como o teto da capacidade geral da máquina de fabrico de bases.

5.2.2 Situação Melhorada

Processo e Cálculo:

A fórmula de cálculo do SeF, apesar de simples, é a mais eficaz. Contudo verificam-se dois problemas que advém desse sistema:

- devido ao facto da falta de registos em tempo útil, o uso do SF como medida de cálculo impossibilita o planeador de verificar o que já foi feito durante a semana em análise (Semana N). Como não existe um SP, não há um valor correto e ajustado com a realidade que possa ser usado. Por esta razão, o SeF não contempla a quantidade produzida na Semana N, sendo necessário adicionar esse valor ao cálculo;

- o valor da produção planeada na semana anterior (Semana N-1) de um artigo tende a sofrer alterações ou mesmo rejeições na qualidade pelo que, na Semana N muita das vezes aquilo que foi produzido não corresponde ao planeado;

Para resolver estas duas questões foram acrescentados dois cálculos adicionais ao modelo inicial.

O cálculo da Produção Prevista (P Prev) da Semana N-1 que através de uma estimativa de rejeição de material se retirou uma percentagem (definida pela direção) ao valor da Produção Planeada (P Plan) para a Semana N-1, de maneira a nos dar um valor expectável sobre aquele que será o material efetivamente produzido na Semana N:

$$P \text{ Prev} = P \text{ Plan} \times 0,8$$

Assim, depois de calculada a P Prev esta é somada ao SeF, de forma a nos dar um valor mais aproximado à realidade.

Depois deste cálculo, automatizou-se mais uma vez, o cálculo da CA e da CE e a sua sinalização para facilitar o trabalho do planeador.

Ferramenta:

Como podemos verificar a situação atual, apesar de simples, torna-se bastante demorada e com grande risco de erro humano pelo facto de o planeador ter de verificar os valores artigo a artigo e repetir os mesmo cálculos do CM de semana para semana.

Para melhorar a situação inicial foi criada uma ferramenta semelhante à usada nos SA. Começou-se por criar uma *querie* no ERP que nos dava acesso ao SF de todas as bases de forma a eliminar a consulta artigo a artigo. Desta forma, foi criada uma tabela dinâmica, onde se acrescentaram diferentes colunas com os CM, P Plan, P Prev, CA e CE para obter um ficheiro-mãe semelhante ao dos SA.

Artigo	STK físico	Consumo médio Mensal	Produção planeada semana n-1	Produção prevista semana n-1	Qt para cobrir stock	Cob. Atual	Cob.	Stock em falta semana - 10	Produção efetivo semana - 10
BOM00L96Z01ZZZZ	149 539	120 000	50000	40000	29 539	1,2	1,5	-10 461	10 000
BOM00L16Z01ZZZZ	121 381	208 213	50000	40000	-86 832	0,6	0,2	-126 832	
BOM00L18Z01ZZZZ	15 895	19 600	5000	4000	-3 705	0,8	0,6	-7 705	5 000
BOM00L16Z11ZZZZ	88 941	140 987	50000	40000	-52 046	0,6	0,3	-92 046	

Figura 21 - Ficheiro-mãe do planeamento de Bases

Assim o planeador deixa de verificar artigo a artigo os valores e de fazer o cálculo manualmente do CM, passando a ter apenas que atualizar semanalmente os SF e, quando indicações superiores, o cálculo do CM.

Quanto à P Plan o planeador terá de colocar semanalmente aquilo que decidiu produzir na Semana N-1, de forma a obter os valores automaticamente das restantes colunas e obter sinalizações daquelas que são as coberturas e as quantidades a produzir de Bases.

O Anexo D apresenta o mapeamento da situação melhorada do planeamento de Bases.

5.3 Planeamento de Decorativos

5.3.1 Situação Inicial

Processo e Cálculo:

Para o cálculo do SeF de decorativos o planeador verifica informações dadas pelo MRP que, pelo facto de estar desatualizado e com valores irrealistas, apenas utiliza como guia para verificar quais os Decorativos mais críticos. Como o SM está desatualizado, o planeador determina um novo valor que considera ser o novo SM, através do seu conhecimento e das necessidades de determinado Decorativo ao longo das semanas, sendo este um critério exclusivamente de conhecimento pessoal.

Devido às diferentes dimensões dos componentes que constituem os decorativos e à eficiência das máquinas é necessário produzir determinadas quantidades mínimas e diferentes múltiplos, que são calculados cada vez que se planeia, de forma idêntica ao método dos SA.

Para o cálculo dos múltiplos de produção o planeador verifica, individualmente, a espessura e altura de cada base constituinte do Decorativo e converte em número de folhas de Decorativos, isto porque é a forma deste componente na sua fase final.

Após o cálculo final, o planeador emite cartões para a fábrica, de modo a que estes consumam as quantidades necessárias, e reponham o *stock* do armazém.

Ao criar as OF, o planeador recorre, de forma igual aos SA, à verificação da carga máquina a cada momento que acha que a capacidade da mesma está completa.

Mais uma vez se verifica um grande tempo despendido na verificação constante das capacidades das máquinas e no cálculo individual das quantidades necessárias à produção.

Ferramenta:

Para verificar quais os decorativos a produzir o planeador verifica o MRP que lhe dá informações da forma que se verifica na Figura 22.

110118 Hydro	PTS	1225x145		38	93	649	299							1 079
		1225x195		1 032	749	1 404	1 067	655						7 342
	PTS Total			1 070	749	1 497	1 716	954						8 421
110120 Authentica	PTT	1220x185		14		108	318	144						585
	PTT Total			14		108	318	144						585
110131 Wise DP	PTS	1225x190						223						223
	PTS Total							223						223
110132 Wise PET	PTS	1225x190				7								7
	PTS Total					7								7
110199 Obsoleto	PTL	600x300		32					1 273					1 305
	PTL Total			32					1 273					1 305
	PTT	1220x185						54		29				83
	PTT Total							54		29				83
115101 DW	PTL	600x300	1 544		1 925	713	808	523	285		586	1 255		7 638
		900x300							311				311	622
	PTL Total		1 544		1 925	713	808	523	596		586	1 255	311	8 260
Grand Total			5 819	2 070	24 597	3 676	4 436	3 818	2 450	992	1 914	1 300	49	55 652

Figura 22 - MRP com as necessidades de Decorativos

Depois consulta o ERP, de forma a verificar os consumos e as características do artigo, e decide uma quantidade baseada unicamente na experiência.

Seguidamente, verifica as características do Decorativo (Figura 23) de forma a proceder ao cálculo que lhe irá permitir verificar quais as quantidades mínimas e os múltiplos de produção do mesmo.

tiitm0501m000 : Consultar artigos [100]

Ficheiro Editar Ver Workflow Opções Ordem Ferramentas Especial Ajuda

Artigo B0Z24J16Z08ZZZZ SADec 24 Bruto

Dados gerais		Dados gerais	
Material	BL	Artigo de processo	Não
Tamanho	1220x600x0.8	Artigo RPT	Não
Acabamento	PL	Controlado revisões	Não
Massa [kg]	0,000	Actualizr. art. eng.	Não aplicável
Chave acesso I	SADEC	Revisão actual	
Chave acesso II	24		
Tipo de artigo	Fabrico	Dados de custo	

Figura 23 - Características físicas de Decorativo

Depois do cálculo, coloca as quantidades na folha abaixo demonstrada (Figura 24), que lhe permite verificar as quantidades totais de Decorativos e Bases para fabrico na Semana N e que lhe concede informações sobre o número de folhas a serem produzidas na fábrica.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Produção semana- 12									
	Aglomeración / BL Naturais / Laminagem									
	Artigo	M2	Folhas	Blocos/1200	Blocos/900	Fornadas	Produção	Quant. em falta		
5	BOM00L96Z01ZZZZ	20000	37037		265	2		20000		
6	BOM00L16Z01ZZZZ	50000	68306	488	651	6		50000		
7	BOM0L18Z01ZZZZ	5000	4554	33	65	1		5000		
8	B0600L16Z11ZZZZ	30000	40984	293	390	4		30000		
9	B0600Z16Z11ZZZZ WISE	30000	40984	293	390	4		30000		
2	BOA01S96Z38ZZZZ	10000	18519		452	4		10000		
0	BOA02S96Z40ZZZZ	1000	1852		56	1		1000		
2	B0600Z96Z36ZZZZ	30000	55556		1389	13		30000		
5	BOA02S96Z70ZZZZ	500	926		58	1		500		
3	Decorativos	18000	33333		0	0		18000		
4	BL-DW	620	1148		21	0		620		
6	Total	195120		1106	3736	35		195120		

Figura 24 - Plano geral da produção de Decorativos

Por fim, vai criando OF's e verificando, à medida que vai preenchendo aquilo que acha ser a carga máxima da máquina, a capacidade ocupada de cada uma, de igual modo ao método inicial dos SA.

5.3.2 Situação Melhorada

Processo e Cálculo:

Pelo facto do MRP estar desatualizado e ser necessário fazer sempre contas adicionais decidiu-se usar o CM dos decorativos de forma a calcular o SeF, de forma igual à dos SA.

Para eliminar os cálculos manuais dos múltiplos e mínimos de quantidades, foi criada a fórmula abaixo indicada em que M é o múltiplo de produção, A, a altura do Decorativo, P, o número de Paletes e E, a espessura. Os 2 mm retirados à altura são uma garantia para as falhas das medidas na altura aquando a laminagem dos Blocos.

$$M = ((A - 2) / E) \times P$$

De modo a converter as quantidades indicadas em número de folhas a serem produzidas, é necessário transformar as mesmas em número cartões a serem emitidos. Como a emissão de cartões é semanal, subtraiu-se o consumo semanal médio ao múltiplo M, calculado anteriormente. Assim conseguimos obter a quantidade de cartões a serem emitidos para Lourosa na Semana N.

Com isto, o planeador deixa de verificar individualmente e calcular manualmente os valores finais a serem produzidos, tendo apenas que recolher os dados semanalmente do SP. Depois de obtido o valor do SeF basta comparar com o múltiplo necessário à produção e emitir o número de cartões necessários para cobrir a necessidade.

Ferramenta:

Para o cálculo do SeF a ferramenta usada é igual à dos SA que usam o SM, sendo que os valores como CA, CE, P Prev e P Plan foram todos estabelecidos de igual forma, conforme podemos ver na Figura 25

Produção planeada semana n-1	Produção prevista semana n-1	Qt para cobrir stock	Stock em Falta semana - 12	Produção mínima	Produção efetiva semana - 12	Stock Final Planeado	Cob.Atual	Cob.Efetiva
	0	-3 010	-3 010	-3 576		4 143	3,7	3,7
4 500	3600	7 277	3 677	1 381		-2 684	-0,6	0,2
	0	-546	-546	-2 554		4 562	1,1	1,1
800	640	1 309	669	-2 148		4 326	0,8	0,9
1750	1400	490	-910	-5 130		7 950	0,9	1,1
	0	-3 093	-3 093	-4 319		5 545	2,3	2,3
	0	-2 862	-2 862	-3 480		4 099	3,3	3,3

Figura 25 - Ficheiro-mãe do planeamento de Decorativos

Tendo estabelecido estes parâmetros começou-se por completar a restante ferramenta com os múltiplos de produção e respetiva conversão em folhas e m2 a serem produzidos. As fórmulas indicadas acima foram repartidas e inseridas nas diferentes colunas da Figura 26, de forma a podermos obter o valor final representado na coluna “M2”.

Altura	Multiplo	Espessura	Cartões	Folhas	M2	Produção planeada semana n-1
			0			
310	4 620	0,249	1	4 620	2 495	4 500
			0	0		
100	735	1,92	2	1 470	1 076	800
100	1 470	1,44	2	2 940	1 588	1750

Figura 26 - Cálculo da produção em m2 de Decorativos

Com isto o planeador terá automatizado todos os valores necessários para a sua decisão de planeamento de Decorativos e só terá de atualizar, de forma semelhante aos SA, os dados sobre o SP e as especificações técnicas do mesmo como a altura e a espessura, caso sejam acrescentados novos decorativos.

Por fim, o planeador, vai colocando OF's no sistema e consultando a carga máquina para evitar excesso de capacidades nas mesmas.

Mais uma vez, a tendência para o erro humano é reduzida, assim como o tempo despendido em tarefas de análise individual e de conversões e cálculos manuais dos valores finais.

Neste processo, tal como acontece para os SA, a tarefa de verificação das capacidades será eliminada com a implementação da ferramenta explicada no ponto a seguir.

O Anexo E apresenta o mapeamento da situação melhorada do planeamento de Decorativos.

5.4 Simulador de Capacidades

Verifica-se, então, que apenas as tarefas de constante verificação de capacidade da máquina têm tendência para o retrabalho e reanálise das decisões, aquando da verificação final daquilo que formam as OF's postas em curso. Estas restrições tornam impossível a execução das mesmas. Para a resolução desta tarefa, que se verificou comum aos vários processos de planeamento dos diferentes produtos da AR, implementou-se uma ferramenta de simulação das quantidades necessárias ao cumprimento do plano de forma a calcular automaticamente a percentagem de ocupação das máquinas caso o plano estabelecido fosse implementado na realidade.

Para iniciar o processo efetuou-se o levantamento das diferentes máquinas utilizadas para as diferentes famílias de produtos. Depois, foi alocado a cada máquina as diferentes famílias e divididas por dimensões, caso fosse aplicável.

Como o planeamento da semana N+1 não contempla os atrasos, e estes vão ser produzidos nessa mesma semana, foi necessário um espaço para a informação da quantidade em atraso e da quantidade planeada, de forma a calcular corretamente o valor final.

A Figura 27 exemplifica a versão final de uma das máquinas usadas na produção e os seus diferentes produtos, onde o planeador terá de atualizar apenas as quantidades nas colunas a verde semanalmente.

Corte final 1				Quantidade (m2)	
Produto	Qt (m2)	Detalhe	Qt Total (m2)	Atraso	n+1
Hidro	13000	1220mm	10000		10000
		615x295mm(Stones)	3000	3000	
CNB's	0	1220x185mm	0		
		1220x140mm	0		
		905x140mm	0		

Figura 27 - Produção por tipo de artigo numa máquina (Corte Final 1)

Seguidamente foi realizado o levantamento da percentagem de disponibilidade das máquinas junto da Produção, assim como a sua capacidade de produção por hora. Simultaneamente foram atualizados os turnos designados para cada máquina e o número de pausas, para que estes nos dessem um valor em horas de utilização das mesmas por dia. Por exemplo, no caso de uma máquina ter três turnos e tiver uma pausa de 15 min em cada um deles a utilização dessa máquina será de 23,25 h/dia.

Para se poder calcular a percentagem de ocupação (O) foi aplicada a seguinte fórmula:

$$O = (H_p / (H \times d)) \times D$$

$$H_p = Q_t / C$$

Hp dá-nos dá as Horas Previstas de trabalho, determinadas pela quantidade (Qt) planeada sobre a capacidade por hora da máquina. Divimos este valor pelo produto entre o valor das horas (H) utilizadas pela máquina e o número de dias (d) da semana que a máquina irá trabalhar e multiplicamos o valor pela Disponibilidade (D) em percentagem da máquina.

O mesmo raciocínio é aplicado da mesma forma a todas as famílias sendo que será apenas necessário atualizar os valores sempre que forem feitas atualizações nas máquinas que condicionem valores como a disponibilidade (D) ou a capacidade (C) da máquina.

O número de dias (d) sinalizado a verde terá de ser atualizado pelo planeador semanalmente tal como no passo anterior. A Figura 28 representa a tabela final e o somatório das diferentes percentagens de ocupação de diferentes famílias correspondentes a uma mesma máquina (Corte Final 1).

[illegible]

Figura 28 - Percentagem de Ocupação da máquina

Assim, o planeador terá a visão geral daquele que será o cumprimento do plano que pretende e assim ajustá-lo caso as capacidades das máquinas sejam ultrapassadas. Além do mais, todas as tarefas de verificação de capacidades, até aqui existentes nos outros processos, são eliminadas com este simulador.

5.5 Discussão dos resultados

Com a implementação das ferramentas para os SA, Bases, Decorativos e Simulador de Ocupação e, através da observação direta da execução das várias tarefas e entrevista aberta com o planeador, foram encontradas melhorias tanto a nível de eliminação de tarefas que não criavam valor, automatização de tarefas, redução do tempo de execução das mesmas e diminuição da probabilidade de erro humano.

Relativamente às Bases, o facto de se automatizar o cálculo do SeF e o CM, para todos os artigos de uma só vez, permitiu ao planeador reduzir cerca de 66% do tempo que perdia nestas atividades, ao demorar apenas 15 minutos nestas tarefas, comparativamente aos 45 minutos despendidos anteriormente. Permitiu, também, diminuir a probabilidade de erro neste cálculo que era feito manual e individualmente. Além disto, o facto de agora ter em conta a produção

planeada da semana N-1 reduz o erro de cálculo do planeador para a quantidade a definir para a semana N. Assim foi possível eliminar problemas de *stock* elevado ou falta do mesmo.

No caso dos Decorativos, o facto de se introduzir o uso do CM para o cálculo automático do SeF, assim como o dos seus mínimos e múltiplos - feito até aqui unicamente pela experiência do planeador - reduz não só a grande probabilidade de erro humano como também diminuiu, em cerca de 75%, o tempo de execução destas tarefas (o planeador demora agora apenas 30 minutos), comparativamente às 2 horas despendidas anteriormente.

A verificação constante de capacidades tanto para os Decorativos como para os SA foi uma tarefa que foi eliminada através da implementação do simulador de ocupação, o que permitiu uma redução de cerca de 15 minutos – no caso dos Decorativos - e cerca de 30 minutos de tempo de trabalho – no caso dos SA. O simulador permitiu, também, a verificação imediata de as quantidades gerais do plano de fabrico serem possíveis, dadas as capacidades da empresa, para, assim, facilitar uma visão a médio prazo daquilo que é o planeamento de produção e antecipar as diferentes variáveis e incertezas.

Finalmente e quanto aos SA, observou-se uma redução, uma vez mais, tanto no tempo de tarefa - de 3 horas para 30 minutos –, como no número de tarefas necessário. Tal tornou-se possível a partir da automatização do SeF para todas as famílias e com a implementação do CM para o cálculo dos artigos que não tinham SM definido. Em acréscimo, agora é possível criar stock para os artigos que não têm SM estabelecido. Com as ferramentas de Decorativos e Bases, o planeador deixa de verificar se todos os SA têm estes componentes, o que poupa 1 hora mais na realização do planeamento.

5.6 Recomendações

Pelo facto da AR gerir toda a Cadeia de Abastecimento e possuir os recursos humanos e tecnológicos alargados e avançados, esta adquire a possibilidade de criar oportunidades e ferramentas melhores que as existentes.

Será desejável que esta comece a registar os dados de produção, tanto no âmbito de cumprimentos de plano como de avarias ou percentagens de execução, de forma a obter dados precisos sobre previsões e percentagens de produção. Com os históricos possíveis de obter no futuro, será capaz de aceder a uma visão para um planeamento mais tático e estratégico. A atualização dos dados dos sistemas existentes como o dos SM do ERP irá permitir também dar uso devido e expectável àquelas que são as ferramentas da AR, como é o caso do MRP.

Com as Sales Units que a AR possui, esta poderá criar objetivos para as mesmas de forma a que seja a própria a repor os stocks estabelecidos por si, e não o contrário, reduzindo, assim, a complexidade do planeamento, uma vez que esta já terá quantidades fixas a produzir para o seu abastecimento. Por outro lado, as incertezas das encomendas dos clientes diminuem, o que é conseguido através da aplicação de um DRP que o grupo possui, a qual seria a melhor solução.

6 Conclusão e trabalho futuro

Tendo em conta a crescente globalização e complexidade dos negócios, é essencial para as empresas uma rápida adaptação e flexibilidade na forma como esta se organiza e faz a gestão dos seus recursos, ao longo de toda a sua Cadeia de Abastecimento. No caso de esta não ser bem feita, corre-se o risco de cair na estagnação e levar a perda de uma capacidade competitiva.

Não só é necessário trabalhar corretamente com os recursos como também é crucial haver uma melhoria constante dos processos das diferentes atividades.

Este projeto teve como objetivos a identificação e levantamento dos processos existentes assim como das aplicações de melhoria, e verificação dos resultados, após a implementação dessas medidas. A observação direta e entrevista aberta foram essenciais para perceber qual a situação inicial. Com a inclusão da participação foi possível verificar possíveis melhorias, aplicá-las e verificar quais os resultados da situação melhorada.

Deparam-se atividades realizadas para o planeamento tático de produção que não continham qualquer tipo de norma ou procedimento para a sua realização, dependendo apenas do conhecimento e experiência dos planeadores atuais. Mediante este facto o mapeamento mostrou-se essencial para a perceção, normalização e standardização dos diferentes processos.

Não só criou a possibilidade de passar o conhecimento do processo sem necessidade de explicação do planeador como também foi criada uma abertura para uma análise e melhoria dos mesmos. Foi possível, assim, verificar tarefas que não criavam valor ou que poderiam ser automatizadas, reduzir os tempos das mesmas e assim rentabilizar o uso de recursos.

Além disso, dadas as faltas de registos, históricos e dados desatualizados, o mapeamento foi também importante para a medição e comparação daqueles que foram os resultados efetivos, em termos de redução de tempo nas tarefas e perceção da diminuição de possíveis erros humanos.

A implementação de melhorias nas quatro tarefas permitiu não só a redução do tempo despendido, erro na execução das tarefas e aumento na produtividade acima apresentados, como também a possibilidade para a AR iniciar os registos e criar históricos de cumprimentos do plano. Este registo permitirá a melhoria de ferramentas de previsão como o MRP e DRP e culminará com um planeamento mais realista e a longo prazo, e também com aumentos na percentagem de execução do mesmo.

Revela-se uma clara necessidade de criar uma base de dados que sustentem e melhorem as ferramentas já existentes na empresa, uma constante melhoria e análise dos processos existentes de forma a manter e aumentar a competitividade no mercado.

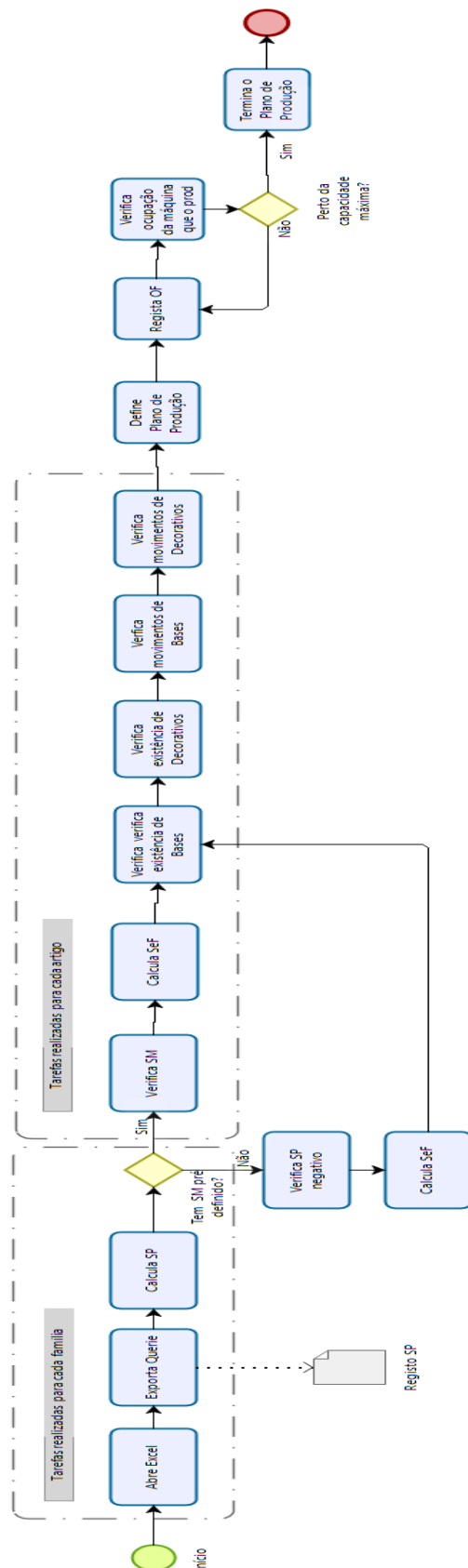
Apesar de todas as limitações, os objetivos deste projeto foram alcançados e essenciais para o estabelecimento das bases daquilo que são consideradas as boas práticas para um planeamento tático. Estes foram os primeiros passos para uma boa utilização e aproveitamento dos recursos existentes na empresa e para uma conceção de uma visão correta daquele que é o planeamento atual. O método deverá ser iterativo para que haja uma constante evolução e melhoria do planeamento de produção e se atinja a otimização do mesmo.

Referências

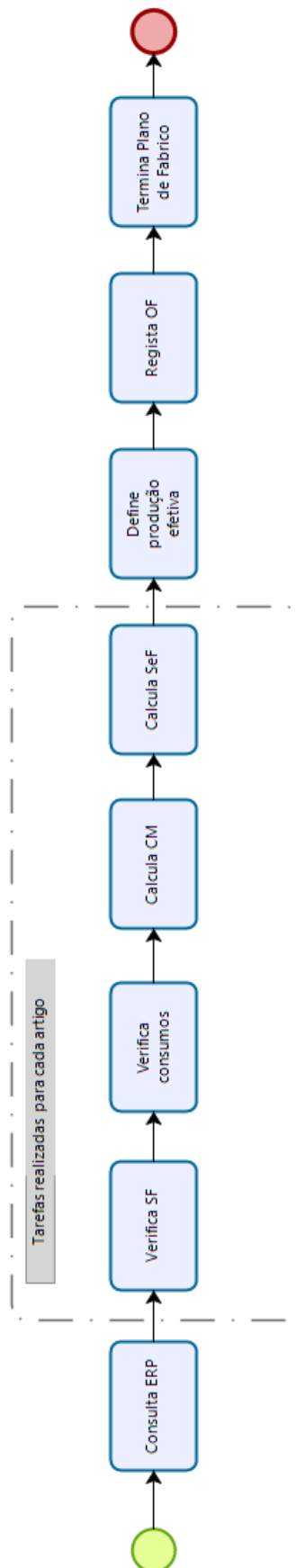
- Aguilar-Savén, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90, 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6)
- Bashiri, M., Badri, H., & Talebi, J. (2012). A new approach to tactical and strategic planning in production – distribution networks. *Applied Mathematical Modelling*, 36(4), 1703–1717. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2011.09.018>
- Billington, P. J., McClain, J. O., & Thomas, L. J. (1983). Mathematical Programming Approaches to Capacity-Constrained MRP Systems: Review, formulation and problem reduction. *Management Science*, 29(10).
- Buer, M. G. Van, Woodruff, D. L., & Olson, R. T. (1999). Solving the medium newspaper production / distribution problem. *European Journal of Operational Research*, 115, 237–253.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management*.
- Chung, C., & Krajewski, L. (1984). Planning Horizons For Master Production Scheduling. *Journal of Operations Management*, 4(4), 389–406.
- Comelli, M., Fénies, P., & Tchernev, N. (2008). A combined financial and physical flows evaluation for logistic process and tactical production planning: Application in a company supply chain. *International Journal of Production Economics*, 112, 77–95. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.01.012>
- Cook, W., & Kress, M. (1992). *Ordinal Information and Preference Structures: Decision Models and Applications*.
- Drexel, A., & Kimms, A. (1997). Lot sizing and scheduling - Survey and extensions. *European Journal of Operational Research*, 99, 221–235.
- Federgruen, A., & Katalan, Z. (1999). The Impact of Adding a Make-to-Order Item to a Make-to-Stock Production System. *Management Science*, 45(7), 980–994.
- Gartner. (2018). Supply Chain Planning Magic Quadrant. Retrieved from <https://www.toolsgroup.com/blog/gartner-supply-chain-planning-magic-quadrant/>
- Giannoccaro, I., & Pontrandolfo, P. (2001). Models for Supply Chain Management: A Taxonomy. *Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Production and Operations Management Society*, 1–16.
- Harmon, P. (2014). *Business Process Change: A Business Process Management Guide For Managers and Process Professionals*.
- Hox, J., & Boeijs, H. (2005). Data Collection, Primary vs. Secondary. In *Encyclopedia of Social Measurement* (pp. 593–599).
- Karimi, B., Ghomi, S. M. T. F., & Wilson, J. M. (2003). The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms. *The International Journal of Management Science*, 31, 365–378. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(03\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(03)00059-8)
- LaLonde, B., & Mason, B. (1985). Some Thoughts on Logistics Policy and Strategies: Management Challenges for the 1980s. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 15, 5–15.
- Lin, N., & Krajewski, L. (1992). A Model for Master Production Scheduling in Uncertain Environments. *Decision Sciences*, 23.
- Maravelias, C. T., & Sung, C. (2009). Integration of production planning and scheduling: Overview, challenges and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, 33, 1919–1930. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2009.06.007>
- Maxwell, J. A. (2016). *Designing a Qualitative Study*.

- Meade, L. (1998). Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process. *Elsevier Science*, 34(3), 201–215.
- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-gama, F. (2009). Facility location and supply chain management – A review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.007>
- Meyr, H., Wagner, M., & Rohde, J. (2015). Structure of Advanced Planning Systems, 99–106. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55309-7>
- Mula, J., Poler, R., García-Sabater, J. P., & Lario, F. C. (2006). Models for production planning under uncertainty : A review. *International Journal of Production Economics*, 103, 271–285. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.09.001>
- New, C., & Mapes, J. (1984). MRP With High Uncertain Yield Losses. *Journal of Operations Management*, 4(4), 315–330.
- Pochet, Y., & Wolsey, L. (2006). *Production Planning by Mixed Integer Programming*.
- Popp, W. (1965). Simple And Combined Inventory Policies , Production to Stock or to Order ? *Management Science*, 11(9).
- Rajagopalan, S. (2002). Make to Order or Make to Stock : Model and Application. *Management Science*, 48(2), 241–256.
- Ritchie, J., & Lewis, J. (2003). *Qualitative Research Practice: A Guide for Social Science Students and Researchers*.
- Soliman, F. (1998). Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(9/10), 810–816.
- Steckler, A., Mcleroy, K. R., Goodman, R. M., & McCormick, L. (1992). Toward Integrating Qualitative and Quantitative Methods : An Introduction. *Health Education Quarterly*, 19, 1–8.
- Stockle, C. O., Donatelli, M., & Nelson, R. (2003). CropSyst , a cropping systems simulation model. *European Journal of Agronomy*, 18, 289–307.
- Tucker, D., & Jones, L. (2000). Leveraging the power of the Internet for optimal supplier sourcing sourcing. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30(3), 255–267.
- Vaus, D. (2001). Research Design in Social Research.
- Voss, C., Tsikriktsis, N., Frohlich, M., Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case Research in Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 195–219. <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>
- Wagner, H. M., & Whitin, T. M. (1958). Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. *Management Science*, 5(1), 89–96.
- Walliman, N. (2011). *Research Methods*.
- Wang, W., Fung, R. Y. K., & Chai, Y. (2004). Approach of just-in-time distribution requirements planning for supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 91, 101–107. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00212-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00212-3)
- White, S. A., & Miers, D. (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*.
- Williams, T. M. (1984). Special products and uncertainty in production / inventory systems. *European Journal of Operational Research*, 15, 46–54.
- Yin, R. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*.

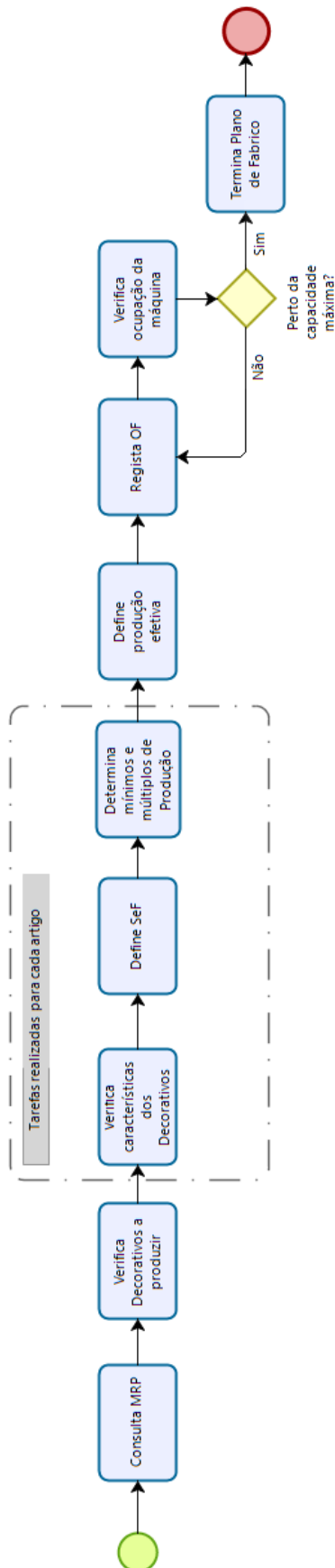
ANEXO A: Mapeamento da Situação Inicial do Processo de Planejamento de SA



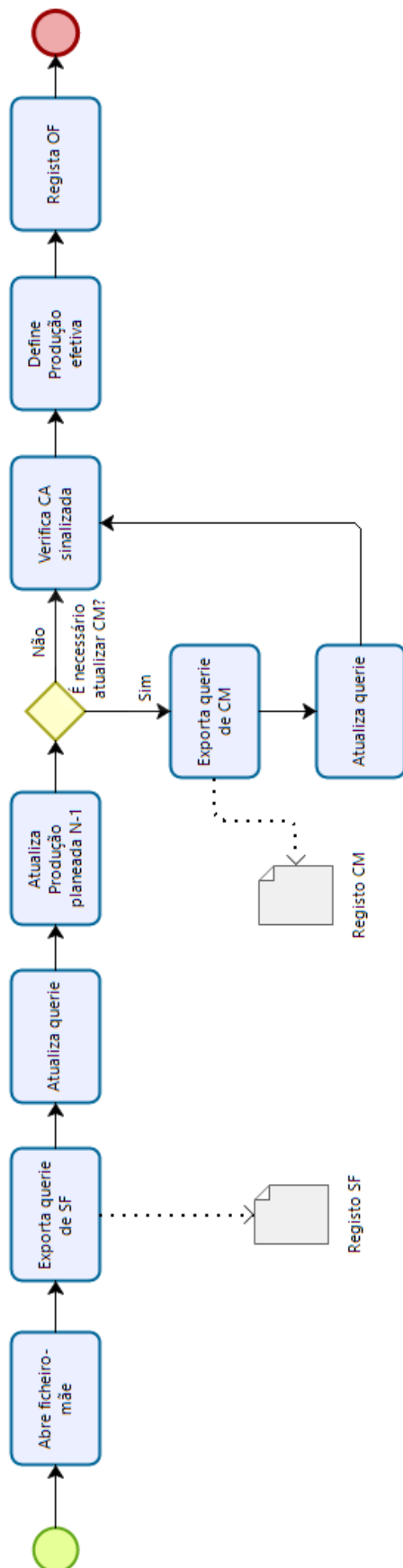
ANEXO B: Mapeamento da Situação Inicial do Processo de Planeamento de Bases



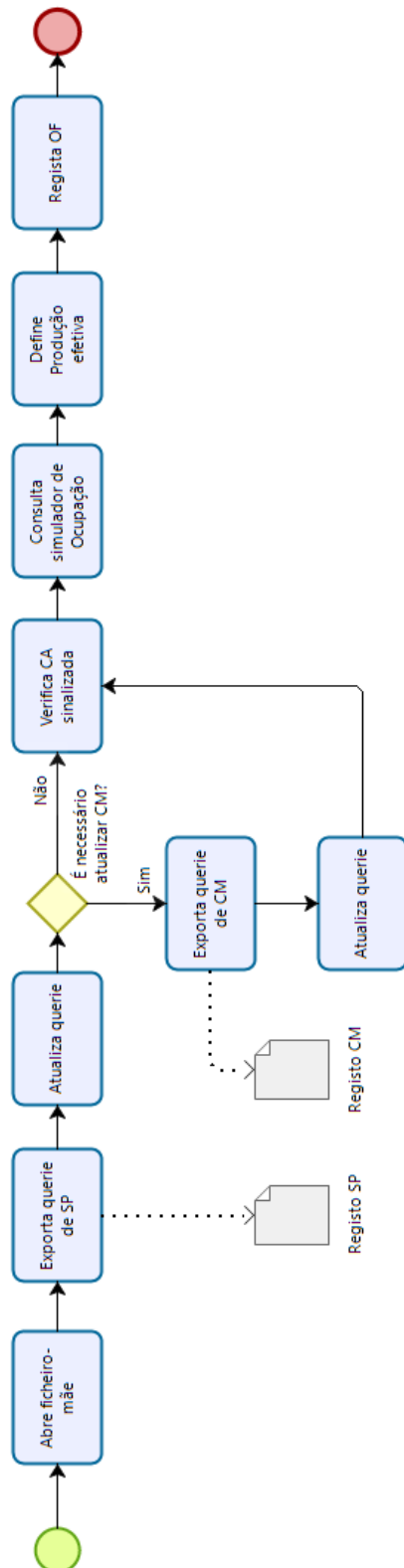
ANEXO C: Mapeamento da Situação Inicial do Processo de Planeamento de Decorativos



ANEXO D: Mapeamento da Situação Melhorada do Processo de Planeamento de Bases



ANEXO E: Mapeamento da Situação Melhorada do Processo de Planeamento de Decorativos



ANEXO F: Mapeamento da Situação Melhorada do Processo de Planeamento de SA

